IDEI CONTEMPORANE

EXPERIMENT, TEORIE, PRACTICĂ

P. L. KAPIȚA

EDITURA POLITICĂ

IDEI CONTEMPORANE

P. L. KAPIȚA

Laureat al Premiului Nobel

EXPERIMENT, TEORIE, PRACTICĂ

Traducere din limba rusă și note:
dr. ing. MIRCEA SLĂNINĂ

1981

EDITURA POLITICĂ

BUCUREȘTI

Copertа colecției: VALENTINA BOROȘ

IZDATELSTVO „NAUKA"
Glavnaia redakția
fiziko-matematiceskoi literaturî
Moskva 1977

Cartea de față intitulată „Experiment, teorie, practică" *conține o selecție de articole din volumul cu același nume al academicianului sovietic P. L. Kapița, apărut la Moscova în 1977, având în plus articolul „Omul — societatea — natura", publicat în „Voprosî filosofii" din 1977, și referatul „Influența ideilor științifice contemporane asupra societății", prezentat la simpozionul internațional U.N.E.S.C.O. consacrat aniversării a 100 de ani de la nașterea lui Albert Einstein și publicat de editura „Znanie" din Moscova. Selecția și organizarea volumului, divizat în șase secțiuni, au fost efectuate de autorul însuși, reputată personalitate științifică a secolului nostru, fondator al fizicii energiilor înalte, excelent fizician experimentator în fizica fenomenelor magnetice, fizica și tehnica temperaturilor joase, fizica cuantică a stării condensate, electronică și fizica plasmei, laureat al Premiului Nobel.*

În secțiunea I *este publicat raportul prezentat de Piotr Leonidovici Kapița la ședința lărgită a Prezidiului Academiei de Științe a U.R.S.S. în 1943 cu privire la organizarea muncii științifice în Institutul pentru problemele fizicii. Ca și în*

munca sa științifică, marele fizician se afirmă ca un inovator care luptă împotriva metodelor birocratice de conducere și caută metode progresiste pentru organizarea conducerii unui mecanism atît de fin cum e un colectiv de oameni de știință. În secțiunea a II-a *sînt reunite diverse articole, intervenții, referate consacrate problemelor mai generale ale organizării și planificării activității științifice și ale legăturii ei cu producția.* Secțiunea a III-a *cuprinde cîteva materiale consacrate problemelor educației creatoare a tineretului.* Secțiunea a IV-a *a culegerii este dedicată profesorului și prietenului lui Kapița — Ernest Rutherford și cuprinde Comunicarea ținută la ședința Societății regale din Londra în 1966 închinată marelui fizician englez, precum și Referatul prezentat în 1971 la Colocviul internațional consacrat aniversării a 100 de ani de la nașterea lui Rutherford. În* secțiunea a V-a *sînt reunite articolele lui P. L. Kapița dedicate mai multor savanți de renume (Lomonosov, Franklin, Langevin, Pavlov, Fridman, Landau), materiale care reprezintă o contribuție de seamă la domeniul istoriei științei, supunînd unei analize profunde creația oamenilor de știință respectivi, căutînd să scoată la iveală cauzele obiective și trăsăturile individuale care au contribuit la succesul activității lor științifice.* Secțiunea a VI-a *cuprinde diverse materiale care ilustrează preocupările extraștiințifice ale marelui savant, luptător activ pe tărîmul vieții sociale, membru în Comitetul național sovietic al mișcării Pugwash a oamenilor de știință pentru pace și dezarmare.*

Ilustrul fizician alătură dezbaterii unor probleme esențiale ale științei moderne — misiunea socială a științei, combaterea metodelor birocratice de conducere a muncii științifice, filozofia și fizica, integrarea tinerilor cercetători în activitatea științifică, rolul institutelor și revistelor științifice, problema energiei etc. — articole omagiale, crîmpeie memorialistice, medalioane ale marilor savanți ai secolului. Opiniile marelui om

de știință, care nu este numai un organizator și un creator de știință, ci și un militant obștesc de vază, experiența sa și a generației sale oferă răspunsuri și soluții celor preocupați de metodologia științelor aplicative, de etica cercetătorului contemporan, de lupta pentru dezarmare și pace, de problema conservării mediului înconjurător, de viitorul științei și al societății.

EDITURA POLITICA

I

ORGANIZAREA MUNCII ŞTIINŢIFICE ÎN INSTITUTUL PENTRU PROBLEMELE FIZICII

Raport prezentat la şedinţa lărgită a Prezidiului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

1943

În 1934, cînd am revenit în Uniunea Sovietică, eram foarte interesat de problema organizării cercetării ştiinţifice în general, iar în particular mă ocupam de organizarea muncii ştiinţifice în institutul meu. Eram bine familiarizat cu modul de organizare a cercetării ştiinţifice şi cu desfăşurarea muncii ştiinţifice în străinătate. Fusesem, vreme de mai mulţi ani, director de institut la Cambridge — inima gîndirii ştiinţifice din Anglia. Pe baza acestei experienţe, îmi dădeam seama că formele organizatorice adoptate în Occident pentru cercetarea ştiinţifică nu sînt aplicabile la noi ca atare. Avem nevoie, mă gîndeam încă de pe atunci, să căutăm formule proprii pentru organizarea muncii ştiinţifice într-un institut, şi, cu atît mai mult, pentru organizarea cercetării ştiinţifice în ansamblu.

Această cerinţă emană în principal de la faptul că în statul nostru socialist ştiinţei i se acordă un rol deosebit. Este evident că şi în alte ţări e bine cunoscută şi general acceptată ideea că ştiinţa are un mare rol în dezvoltarea culturală şi tehnică a unei ţări. Dar în ţara noastră ştiinţei i se acordă semnificaţia de pilon fundamental al dezvoltării culturale ; ei i se atribuie rolul director în dezvoltarea tehnicii şi a eco-

nomiei noastre naţionale. Din aceste motive, organizarea ştiinţei trebuie să fie la noi mai bine îndreptată spre îndeplinirea acestui rol, în comparaţie cu ceea ce vedem în ţările capitaliste, unde organizarea are, mai degrabă, un caracter spontan, aleatoriu. La noi legătura dintre ştiinţă şi viaţă trebuie să fie mai strînsă şi mai completă. În mod cu totul deosebit pentru noi, lucrătorii Academiei de Ştiinţe a Uniunii Sovietice, problemele organizării cercetării ştiinţifice trebuie să prezinte importanţă.

Vorbindu-vă cu acest prilej despre organizarea muncii ştiinţifice în institutul nostru, voi încerca mai întîi să vă fac cunoscute principiile generale ale organizării cercetării, de la care am plecat noi, şi abia după aceea am să relatez ceea ce am reuşit să înfăptuim.

Imi voi permite să mai fac cîteva precizări preliminare.

Voi vorbi, mai ales, despre organizarea institutului pe timp de pace. Despre modul în care institutul şi-a schimbat înfăţişarea în vremea războiului, despre modul în care ne-am adaptat cerinţelor anilor de război, despre acestea vă voi spune cîteva cuvinte spre sfîrşitul acestei expuneri. Considerăm aceşti ani ca o etapă trecătoare în existenţa institutului nostru. Atenţia noastră este permanent orientată către structura institutului, aşa cum este ea în vreme de pace. Cu cît această structură este mai sănătoasă, cu atît mai uşor poate fi ea adaptată la condiţiile de război, oricînd s-ar crea acestea.

De asemenea, vreau să aveţi în vedere tinereţea institutului nostru: el fiinţează de numai 7—8 ani. Chiar dacă eu am venit aici deja format — mai mult sau mai puţin — ca savant, aceasta nu înseamnă că nu mi-a fost greu să constitui un institut, fără a fi avut o „şcoală", fără a avea colaboratori. De aceea, creşterea institutului a avut loc mult mai încet decît dacă el s-ar fi desprins dintr-un alt institut şi pe această bază ar fi continuat să de dezvolte de-sine-stătător. Dificultăţile suplimentare, apărute în se-

lecția cadrelor, au fost legate de particularitățile muncii noastre, orientată spre domeniul cîmpurilor magnetice intense și al temperaturilor joase, domenii ale activității științifice prea puțin dezvoltate în acea vreme la noi în U.R.S.S. În primii ani am fost ocupați cu formarea, cu pregătirea cadrelor de bază ale personalului științific și auxiliar al institutului. Numai după ce și-a format acest nucleu, institutul a putut să treacă la creșterea sa normală și la extinderea sa. Prin aceasta se explică faptul că institutul nostru e încă relativ puțin dezvoltat față de ceea ce va deveni el cu timpul.

Odată aceste preliminarii încheiate, permiteți-mi să trec la raportul propriu-zis.

Chestiunea pe care mi-am pus-o de la bun început a fost : care trebuie să fie sarcinile unui institut al Academiei de Științe ? Punîndu-mi această problemă, eu aveam în vedere, evident, un institut de fizică sau, în general, un institut dedicat cercetărilor în domeniul științelor naturii ; sarcinile și organizarea unui institut care să lucreze în alte domenii ale cunoașterii vor fi, evident, deosebite, și tocmai de aceea eu dintru început mă pronunț împotriva unei generalizări prea largi a tezelor pe care le voi dezvolta în continuare.

În plus, țin să subliniez faptul că este vorba de un institut al Academiei de Științe. Ce este în fond Academia de Științe ? Este statul major general al științei sovietice. După opinia mea, ea este chemată să exercite spiritual, în planul ideilor, conducerea științifică a întregii noastre cercetări, de sus și pînă jos, și să o îndrume pe făgașul cel bun. Aceasta e menirea ei și, dacă nu reușește încă, trebuie să năzuiască spre un asemenea obiectiv. Fiecare institut al Academiei trebuie să ducă o asemenea politică, să se străduiască a avea un rol director în știință în domeniul în care activează, să stăruiască în a propulsa acest domeniu pe o poziție avansată.

Iată de ce prima sarcină ce trebuie să și-o pună un institut al Academiei de Științe este de a se

ocupa de cercetarea fundamentală. Cercetarea fundamentală este cea care studiază fenomenele de bază, a căror stăpînire este necesară pentru cunoașterea și mai adîncă a naturii. Sarcina cercetării fundamentale este de a furniza cunoștințele solicitate de transformarea naturii, în așa fel ca natura să slujească omului în dezvoltarea sa civilizată. De aceea, cu totul esențială se dovedește a fi alegerea tematicii institutului, alegerea domeniilor către care se îndreaptă cercetarea sa. Orientarea institutului trebuie să corespundă acelei direcții în dezvoltarea științei, care, în etapa respectivă, se dovedește cea mai promițătoare și care, în situația dată a științei, considerînd posibilitățile mijloacelor și metodelor sale, poate înainta cel mai repede și cu mai multe rezultate.

În fizică există, după aprecierea mea, trei asemenea orientări fundamentale : cercetările în domeniul temperaturilor joase, cercetările în domeniul nuclear și, în fine, cercetările din domeniul fizicii corpului solid. Nu am acum condițiile pentru a argumenta în profunzime de ce consider aceste direcții ca fiind cele mai importante și este posibil ca unii dintre tovarășii fizicieni să nu fie de acord cu mine. Institutul nostru se ocupă cu studierea fenomenelor care se petrec la temperaturi joase, aproape de zero absolut. Aș face observația că, în ultimii ani, această direcție în fizică a fost printre cele care s-au dezvoltat cel mai rapid și putem aștepta de la ea multe descoperiri noi și importante.

Cercetarea științifică se realizează la noi de către un colectiv nu prea numeros de cadre valoroase. Aceasta face ca munca institutului să aibă o orientare clară, să fie concentrată pe un număr nu prea mare de teme conducătoare. Nimic nu este mai periculos pentru activitatea științifică a unui institut decît împrăștierea pe o tematică măruntă, care îl abate de la sarcinile sale de bază. Tematica de bază a institutului se elaborează de un colectiv restrîns de lucrători științifici, trei-patru savanți, ea încadrîndu-se astfel într-un profil bine orientat.

Problema următoare ca importanță, după alegerea direcției principale de activitate, este selecționarea lucrătorilor științifici. În știința mare[1] nu poate obține succese deosebite decît un om dotat cu un mare potențial creator și care abordează în stil creator temele de care se ocupă. Asemenea lucrători științifici sînt puțini și nici n-ar putea fi altfel, așa după cum o țară nu poate avea un număr considerabil de mari scriitori, compozitori, sau pictori. Dar tocmai de aceea, avîndu-i, trebuie să le creăm astfel de condiții, încît ei să-și poată folosi cît mai deplin și mai rațional capacitatea științifică pentru dezvoltarea științei noastre fundamentale. Iată de ce, nucleul unui institut se va alcătui, fără excepție, numai dintr-un colectiv restrîns de lucrători științifici aleși cu foarte mare grijă. Acest nucleu trebuie să se dedice fără rezerve muncii științifice.

Un institut trebuie să fie astfel organizat și în el trebuie să fie create asemenea condiții de lucru încît cercetătorii să petreacă în laborator și să se ocupe cu știința nu mai puțin de 80% din timpul lor, consacrînd îndeplinirii sarcinilor obștești și altor sarcini nu mai mult de 20% din timpul de lucru. Numai în asemenea condiții putem atinge obiectivul ca lucrătorii științifici să stea și să lucreze efectiv în laboratoare.

Numai cînd lucrezi efectiv în laborator și efectuezi cu mîinile tale experiențele, adesea chiar și partea lor de rutină, numai atunci se pot obține rezultate adevărate în știință. Nu vei face niciodată un lucru bun cu mîinile altuia. Acela care dedică doar cîteva zeci de minute pentru a dirija munca științifică, acela nu poate fi un mare om de știință. Eu, cel puțin, n-am văzut și nu am auzit despre vreun mare savant care să lucreze

[1] Semnificația în limba rusă a expresiei „știința mare" corespunde în linii generale conținutului noțiunii de „cercetare fundamentală" din limba română. Deoarece însă accepțiunea mai largă de „știință mare" este destul de folosită și în alte limbi, am păstrat pe alocuri această expresie în traducerea sa literară. — *Nota trad.*

în acest mod și cred că nici nu poate exista. Eu am convingerea că din momentul în care chiar și cel mai mare savant încetează să lucreze el însuși în laborator, nu numai că încetează de a se mai dezvolta ca savant, ci în general încetează de a mai fi om de știință. Aceste principii sînt deosebit de importante, dar ele se referă doar la vremurile de pace ; în timp de război poți fi nevoit să procedezi, să acționezi diferit.

Este cu deosebire important a inocula aceste principii cercetătorilor începători. În acest scop, eu încerc să încadrez munca lor în sisteme organizatorice oarecum rigide. De exemplu, un lucrător științific nu trebuie să se ocupe simultan de mai multe teme, îndeosebi cînd se află la începutul carierei sale. Abia după ce calificarea sa a crescut, devenind un cercetător științific consacrat, el poate, cu unele excepții, să se ocupe în același timp de două-trei teme ; oricum însă, începutul trebuie să-l facă cu o singură temă.

Un alt aspect organizatoric, important pentru o activitate fructuoasă, este ca cercetătorul științific să lucreze în laborator un număr limitat de ore. Munca „pînă la capătul puterilor" este dăunătoare, ea epuizează omul, îi reduce capacitatea creatoare. De pildă, în institutul nostru este obiceiul ca toate lucrările în laboratoare să se oprească după ora 6 seara [1]. Cercetătorul trebuie să meargă acasă, să mediteze asupra muncii sale, să citească, să învețe, să se odihnească. În cazuri excepționale, cu aprobarea directorului adjunct, se poate lucra pînă la orele 8 seara. Noaptea se poate lucra numai cu aprobarea directorului și această muncă poate fi justificată prin cerințele tehnice legate de unele experimente în condiții speciale. Iată deci regimul de lucru al cercetătorului din institutul nostru.

Dar chiar și un institut capabil de a fi un centru al științei mari, judecînd după calitatea

[1] Acest program de lucru, obișnuit în U.R.S.S., începe la ora 9 dimineața și prevede o întrerupere pentru masa de prînz. — *Nota trad.*

forțelor sale științifice și după calitatea rezultatelor sale, poate deveni o unitate izolată, închisă în sine și în acest fel să nu răspundă acelor sarcini pe care i le-am precizat de la început, adică de a influența cît mai activ știința și cultura întregii țări.

Cum poate institutul să-și exercite influența asupra dezvoltării științei din țara sa, cum poate să mențină legătura cu celelalte focare ale gîndirii științifice a țării? Sînt mai multe căi pentru aceasta. Să le arătăm pe cele mai importante dintre ele.

Înainte de toate, el trebuie să se folosească de avantajele pe care i le oferă situația sa de institut al Academiei de Științe. Aceste avantaje constau în echiparea tehnică modernă și cuprinzătoare, în selecția înaltă a cadrelor, mulțumită cărora el are posibilitatea de a executa anumite lucrări științifice ce nu sînt în puterea altor institute. De exemplu, existența în institutul nostru a instalației speciale pentru obținerea în cantități mari a heliului lichid creează posibilități unice de efectuare a unor experiențe în domeniul temperaturilor joase, inexistente în alte locuri. Și iată cum, folosindu-se de aceasta, institutul nostru oferă cercetătorilor din alte institute posibilitatea de a-și efectua la noi lucrările din domeniul temperaturilor joase, lucrări care nu pot fi organizate în altă parte. Aceste lucrări nu reprezintă de obicei cercetări „de vîrf", ba cîteodată se și abat de la tematica de bază a institutului nostru.

Venirea tovarășilor din alte institute la noi se organizează în mod obișnuit astfel. Tovarășul care dorește să lucreze la noi este invitat la un seminar, sau la una din ședințele noastre de comunicări și prezintă experiența pe care dorește s-o efectueze. Are loc o dezbatere și, dacă rezultă că propunerea prezintă un fundamentat interes științific, iar autorul este destul de calificat, i se creează posibilitatea de a efectua lucrarea. Pentru a nu perturba lucrările principale ale institutului

nostru, numărul unor asemenea lucrări nu este mare, la noi nedepășind, de regulă, două sau trei cercetări.

Doritori din toată Uniunea Sovietică să vină să lucreze în institutul nostru s-au arătat deocamdată a fi mai mulți decît sîntem noi în măsură să primim. Aceasta reprezintă un bun indiciu că institutul are o poziție avansată, deoarece numai într-un asemenea caz celelalte unități de cercetare se vor interesa de lucrările institutului academic aflat în frunte și se vor strădui să aibă contacte cu el.

Faptul că în permanență la noi lucrează cercetători din alte unități a permis înfăptuirea uneia dintre modalitățile de legare organică cu restul lumii științifice. Plecînd de la noi după încheierea lucrării, acești cercetători nu numai că duc cu ei experiența acumulată din desfășurarea experimentelor lor, dar fac cunoscute în institutele lor și alte cercetări ale colectivului nostru și astfel experiența noastră pătrunde în tot mai multe din instituțiile științifice ale țării. Pe această cale, prin ei, se stabilește un contact viu cu alte unități, la rîndul nostru luînd cunoștință de ceea ce se lucrează în alte părți. Legătura vie este cea mai puternică legătură. Folosirea ei reprezintă una dintre metodele bune de a acționa pentru dezvoltarea științei naționale.

Ca perspectivă, este necesar să înnodăm o asemenea legătură vie și cu oamenii de știință de peste hotare. În primii ani de existență a institutului, au venit la noi lucrători științifici din străinătate. Dar în ultimii ani, conjuncturа politică s-a complicat într-atîta, încît, deși au existat doritori de a lucra la noi, cum legătura cu străinătatea a fost în general întreruptă, despre această modalitate de legătură cu savanții din alte țări putem vorbi numai la timpul viitor. Evident însă, ea trebuie considerată o condiție normală și firească a muncii fiecărui institut academic, dat fiind că întreaga știință mondială reprezintă un tot indivizibil.

Dacă un institut academic are pretenția unei poziții înaintate, este de așteptat ca solicitanții de stagii de lucru în acel institut să provină nu numai din țară, ci și de peste hotare. Aceasta reprezintă un indicator obiectiv al faptului că în acel institut se desfășoară cercetări de vîrf, se face știință înaltă.

Există încă un domeniu în care institutele academice fruntașe pot influența cultura și știința noastră. Este activitatea de pregătire a cadrelor științifice.

Nimeni altcineva nu va pregăti cadrele sale viitoare decît însuși institutul, iar el trebuie să și le crească cu mare grijă, încă din tinerețe. Pentru aceasta, salutăm crearea sistemului de aspirantură din institutul nostru, care însă trebuie susținut pe toate căile. În această problemă există unele dificultăți și de aceea mă voi opri asupra lor.

Principala dintre aceste dificultăți este selecția aspiranților. În fapt, legătura dintre unitățile de cercetare și unitățile de învățămînt superior este nesatisfăcătoare sub anumite aspecte. Consider aceasta ca un mare neajuns al organizării noastre. Mulți dintre savanții noștri mari au trecut la institutele de cercetare științifică. Conducerea instituțiilor de învățămînt superior a rămas, în principal, în mîinile pedagogilor cu formație scolastică, pentru care munca de cercetare nu reprezintă o parte importantă a activității lor. Cerințele lor față de studenți, sistemul lor de educare a tineretului nu sînt orientate de obicei spre punerea în evidență a tinerilor cu mare putere de creație. De aceea, în institutele de învățămînt superior aptitudinile lor creatoare nu au condiții de dezvoltare.

Asistînd la examenele pe care le dau aspiranții, de obicei observ că profesorii universitari prețuiesc nu atît pe studentul care mai mult decît orice *înțelege*, ci pe studentul care mai mult decît orice *știe*. Dar științei îi sînt necesari oamenii care mai mult decît orice *înțeleg*. Din acest motiv, a alege studenții pentru aspirantură după notele de

la examenele din institutul de învățămînt superior este foarte riscant. Pentru a selecționa corect tineri promițători pentru aspirantură, aceștia trebuie urmăriți pe anumite perioade de timp, în care ei desfășoară activități prin care își pot evidenția trăsăturile creatoare, capacitatea lor de a gîndi în mod independent.

Eu cred că ruptura dintre învățămîntul superior și institutele de cercetare a dus la faptul că selecția tinerelor cadre științifice este în ziua de azi cu mult mai slabă decît era pe vremea mea, cînd munca de cercetare se desfășura în principal în învățămîntul superior. Eu îmi amintesc de perioada cînd academicianul A. F. Ioffe conducea catedra de fizică a Institutului politehnic din Petrograd. Cred că nu întîmplător, tocmai atunci, grupul său de colaboratori întrunea o serie de oameni de știință începători care mai apoi au avut o bună evoluție (patru dintre ei au ajuns academicieni).

Fără îndoială, chiar și în prezent, în institutele noastre de învățămînt se află mulți tineri talentați, care promit, dar sita prin care noi încercăm să-i cernem pe cei mai buni pentru munca științifică are asemenea găuri, încît ei se strecoară, dar fără a nimeri în institutele de cercetare științifică. Dacă dorim să-i putem alege pe cei mai talentați lucrători științifici, este neapărat necesar să ne gîndim cu seriozitate la o formă de legătură între învățămîntul superior și institutele noastre de cercetări, prin care să putem depista și instrui pe tinerii dotați sub raport creator.

Din aceste motive, noi am început să căutăm forme noi de recrutare a aspiranților din rîndurile tineretului universitar. Folosindu-ne de faptul că noi producem heliu lichid pentru experiențe la temperaturi joase, în cantități mai mari decît ar putea-o face toate laboratoarele de criogenie din întreaga lume, am avut posibilitatea să organizăm în institutul nostru un ciclu de lucrări practice, pe care îl parcurge fiecare student al Facultății de fizică a Universității din Moscova. Evident, la început, o asemenea practică a fost organizată

numai pentru studenţii cei mai buni, dar în ultimii doi ani absolut toţi studenţii facultăţii de fizică au efectuat asemenea lucrări, în acest fel fiecare dintre ei realizînd două-trei experienţe de laborator cu heliu lichid. Din punctul de vedere al institutelor de criogenie, un asemenea procedeu reprezintă un mare lux, dacă ne gîndim că, de exemplu, în laboratorul din Leyda sau în altele similare şi în ziua de azi lucrul cu heliu lichid este prea puţin accesibil chiar şi cercetătorilor ; la noi fiecare student a avut posibilitatea să realizeze lucrări, cum ar fi de pildă studiul proprietăţilor supraconductorilor, să studieze fenomenele magnetice la temperaturi apropiate de zero absolut şi altele. Firește, universitatea a salutat crearea unor asemenea posibilităţi şi a deplasat cu plăcere studenţii la noi.

Pe parcursul lucrărilor practice s-a stabilit următorul sistem : cei mai buni studenţi, care s-au evidenţiat cel mai bine în decursul experienţelor, erau remarcaţi şi, dacă doreau, puteau executa mai mult decît cele trei experienţe prevăzute în program. Cu această ocazie, cercetătorii care dirijau lucrările practice discutau cu ei, iar pe cei mai buni îi trimiteau să discute şi cu mine. Pe această cale noi am căpătat posibilitatea de a remarca tinerii cei mai dotaţi, de a ne apropia de ei, începînd din anii III sau IV, şi de a-i urmări. În continuare, pe cei mai buni dintre aceştia îi invitam în institut ca practicanţi. În această calitate ei participau deja la munca de cercetare ca ajutori de laboranţi, sprijineau pe cercetătorii noştri în experimente, făceau înregistrări, pregăteau lucrările mai simple ş.a.m.d.

Selecţia aspiranţilor avea loc apoi din rîndurile practicanţilor, nu numai pe baza rezultatelor la examene, ci şi luînd în considerare modul în care candidatul s-a comportat în timpul lucrului în institut. Se înţelege, o asemenea selecţie a tinerilor cercetători se face din mijlocul unei mase mult mai mari de tineri, evitîndu-se astfel o alegere la întîmplare.

În această fază încercările noastre au fost întrerupte de război. Dar dacă le-am fi continuat, ele s-ar fi desfășurat astfel: terminînd aspirantura, obținînd titlul de candidat în științe [1], acești tineri oameni de știință ar fi mers în alte unități de cercetare, unde ar fi răspîndit experiența științifică a institutului nostru. De asemenea, ar fi fost de așteptat ca unul din zece, sau unul din cincisprezece tineri care ar fi încheiat aspirantura să fi fost într-atîta de talentat, încît să fi rămas în institut, între cadrele de bază ale colectivului. Astfel ar fi crescut institutul nostru.

O asemenea metodă de observare a tinerilor încă de pe băncile universității, testarea atentă și neîntreruptă a aptitudinilor lor reprezintă, deocamdată, după părerea mea, singura cale corectă de recrutare a tinerelor cadre științifice. Pentru o asemenea muncă nu se poate să ne precupețim forțele, nu atît pentru că tinerii cercetători reprezintă viitorul nostru, dar ei reprezintă și prezentul nostru! Pe măsură ce îmbătrînești, numai tineretul, numai propriii tăi elevi te pot salva de la vestejirea prematură a creierului. Fiecare discipol, lucrînd în domeniul său, va cunoaște, desigur, despre acest domeniu mai mult decît știe mentorul său. Atunci cine să-l învețe pe profesor, dacă nu elevul său?

Grație experienței sale, profesorul este cel care conduce, orientează lucrările, dar în ultimă instanță discipolii îl învață pe profesor, îi adîncesc cunoașterea și îi lărgesc orizontul. Fără discipoli, savantul piere foarte repede ca personalitate creatoare și încetează a mai progresa. Eu n-am uitat niciodată cuvintele marelui meu dascăl Rutherford: „Kapița, spunea el, să știi că numai mulțumită elevilor mei mă simt și eu tînăr". Și, într-un timp în care eu însumi mă apropii de bătrînețe, simt că comuniunea cu tineretul tre-

[1] Sistemul de calificare a cadrelor științifice din U.R.S.S. prevede treptele de candidat în științe și doctor în științe, corespunzînd aproximativ treptelor de doctor și, respectiv, de doctor-docent, existente la noi. — *Nota trad.*

buie să fie un *modus vivendi* care te apără de vestejire, care îţi asigură păstrarea vioiciunii şi interesului faţă de tot ceea ce este nou şi înaintat în ştiinţă. Căci spiritul conservator în ştiinţă este pentru un om de ştiinţă mai rău decît moartea survenită înainte de vreme, este o adevărată frînă în dezvoltarea ştiinţei.

Să trecem acum la o altă modalitate de legare a muncii ştiinţifice a institutului cu societatea. După părerea mea, este o cale pe nedrept ignorată şi nu numai de institutele de cercetări, ba chiar şi de Academia de Ştiinţe, în întregul ei. Este chestiunea propagării ştiinţei.

La noi se vorbeşte mult de popularizarea ştiinţei, înţelegînd prin aceasta difuzarea cunoştinţelor ştiinţifice în masele largi, dar nu ne-am obişnuit cu ideea că, în afară de aceasta, există şi propagarea realizărilor ştiinţei. Fiecare mare realizare în ştiinţă, fiecare pas înainte poate să fie mai mult decît popularizat (lucrul acesta nefiind neapărat sarcina omului de ştiinţă). Sarcina omului de ştiinţă este de a propaga realizarea obţinută, adică de a arăta colegilor săi importanţa descoperirii, de a explica rolul pe care ea este destinată a-l avea în ştiinţă, de a arăta ce influenţă poate exercita asupra progresului gîndirii ştiinţifice, asupra convingerilor noastre filozofice, asupra tehnicii noastre ş.a.m.d.

Propagandă ştiinţifică nu înseamnă repovestirea ideilor ştiinţifice folosind cuvinte mai simple. Este vorba de un proces creator, căci a explica altora nu este tot atît de simplu şi de clar ca a-ţi imagina felul în care una sau alta dintre realizările ştiinţifice va influenţa ştiinţa, tehnica şi cultura în întregul lor. Aşa că, într-o asemenea concepţie, noi ne ocupăm puţin de propagarea ştiinţei, acestei acţiuni nu i se acordă un loc corespunzător ca importanţă şi onoare în activitatea lucrătorilor noştri ştiinţifici. Din păcate, nici în institutul nostru nu am acordat acestei activităţi atenţia necesară. Munca de propagare a avut loc la noi sub forma prelegerilor ţinute în alte instituţii ştiinţifice, a invitării la şedinţele noastre de co-

municări a cercetătorilor din alte unități, a dezbaterii împreună cu aceștia a problemelor din domenii științifice întrepătrunse cu al nostru și altele.

Această formă de legătură a științei cu viața se realizează neorganizat, la întîmplare, și în celelalte institute de cercetări de la noi. Rezultatul acestei situații este o interacțiune lentă a ramurilor științifice și o întîrziere a pătrunderii realizărilor științifice în viața țării noastre. Trebuie să reflectăm asupra modului de formare a celor ce propagă știința și asupra modului de organizare a muncii lor. Eu mă străduiesc tot timpul să stimulez o cît mai largă dezbatere asupra fiecărei lucrări de cercetare și nu numai că nu împiedic discuțiile științifice în contradictoriu, atunci cînd ele izbucnesc în ședințele noastre de analiză, ci, dimpotrivă, socot că nu e rău să-i întărît puțintel pe protagoniști, să-i facă să se certe de-a binelea. Este cazul să salutăm de fiecare dată o cît mai largă dezbatere a lucrărilor științifice. Cu cît mai multe discuții, cu cît mai multe contradicții, cu cît ele sînt mai ascuțite, cu atît vor apărea mai mulți stimuli ai unei gîndiri științifice sănătoase. Institutul nostru, urmînd o asemenea linie, a avut, după cum mi se pare, o mai activă participare la ședințele secției fizico-matematice a Academiei de Științe.

Voi trece acum la una dintre formele principale de influențare a culturii de către activitatea științifică — impactul acesteia din urmă asupra dezvoltării tehnicii moderne și asupra industriei.

Ce forme organizatorice trebuie să capete la noi, într-o țară socialistă, înrîurirea științei asupra tehnicii și a economiei noastre naționale?

Această chestiune a fost dezbătută la noi foarte mult și a rămas încă spinoasă. Trebuie să vă mărturisesc deschis că nu împărtășesc o serie de puncte de vedere exprimate la noi în această problemă, și care adesea sînt susținute de tovarăși cu munci de conducere destul de importante, cu care am avut ocazia să discut. Am impresia că, la noi, ideea despre legătura dintre știință și

tehnică este adeseori vulgarizată : foarte mulți își închipuie că fiecare lucrare științifică trebuie, pe loc și imediat, să aibă o consecință tehnică directă. Acești tovarăși apreciază realizarea de către un institut a unei cercetări oarecare exclusiv după volumul de ajutor concret pe care aceasta l-a dat uneia sau alteia dintre ramurile industriale. Acest punct de vedere este evident greșit. O asemenea abordare este naivă și duce la o simplificare dăunătoare. Chiar și studierea superficială a istoriei științei și culturii arată că fiecare disciplină științifică importantă exercită, fără îndoială, o influență nu numai asupra tehnicii, ci și asupra întregului nostru mod de viață.

Este absolut clar că lucrările fundamentale și descoperirile lui Faraday au contribuit la realizarea unor instrumente revoluționare pentru civilizația umană ca motorul electric, telefonul și altele. Dar este tot atît de evident că nu putem pretinde unor savanți de calibrul lui Faraday să realizeze ei înșiși atît telefonul, cît și motorul electric. Faraday nu poseda o formație inginerească, iar industria timpului său nu era încă pregătită să transpună în viață toate ideile sale. Bell, Siemens, Edison și alți mari ingineri au realizat acest lucru cu cîteva decenii mai tîrziu. Asemenea exemple sînt numeroase. Faptul că Faraday nu și-a concretizat sub raport tehnic ideile sale nu diminuează însemnătatea descoperirilor sale geniale privind legile și proprietățile curentului electric. La noi se obișnuiește a se aprecia succesele științei doar prin prisma rezultatelor sale practice ; ajungem să spunem că cel care a desprins mărul din pom face munca cea mai importantă, pe cînd, de fapt, realizarea este a celui care a sădit pomul.

Acest mod de a privi lucrurile, cu care eu polemizez, minimalizează importanța cercetării fundamentale, adică a celei mai bune părți a muncii efectuate de cercetătorii din Academia de Științe.

Problema legăturii științei cu tehnica este cu adevărat complexă. Atunci cînd un inginer oare-

care calculează frînarea unui boghiu, sau rezistența unei construcții, el aplică legile mecanicii, enunțate de Newton. Cînd un expert în brevete respinge una dintre obișnuitele propuneri de *perpetuum mobile*, el se bazează pe legea conservării energiei, descoperită de Mayer ș.a.m.d. Cînd inginerul ia legătura cu omul de știință cerîndu-i sfatul, sau rugîndu-l să-i explice un fenomen neînțeles, sau arătîndu-i cum să calculeze cutare sau cutare mecanism, avem de asemenea de-a face cu una dintre căile importante de legătură a științei cu tehnica. Asemenea lucruri se petrec la noi în fiecare zi, în cele mai diferite condiții și în zeci sau sute de locuri. Dar faptul ni se pare atît de obșnuit, încît nici nu mai vorbim despre el, nu ne mai dăm seama de el și, ca urmare, îl prețuim foarte puțin. Această formă de legătură, alături de altele, reprezintă unul dintre mijloacele cele mai puternice prin care știința își exercită influența asupra tehnicii și a industriei. Dar pentru ca o asemenea influență să se producă, este necesar să existe și aici marea știință și să existe acei oameni, numiți savanți, care s-o stăpînească.

De exemplu, tehnica noastră militară se află la același nivel, ba în multe privințe chiar depășește tehnica dușmanilor noștri. Cui se datorește aceasta? Desigur, în primul rînd existenței unei mari științe proprii și a savanților care influențează, pe unele căi mai puțin vizibile, tehnica noastră.

Alt exemplu. Ne putem întreba: cui datorează metalurgia noastră nivelul său ridicat? Bineînțeles, în primul rînd lucrărilor lui Cernov și ale tuturor elevilor lui, acelor tradiții de abordare științifică a problemelor metalurgiei pe care le-au stabilit ei de-a lungul atîtor ani. Inginerilor le revine, desigur, un mare merit; ei au știut să-și însușească, să extragă tot ce a fost necesar din știința creată de înaintașii metalurgiei noastre științifice. Dar fără Cernov, Kurnakov și succesorii lor, metalurgia noastră, neîndoielnic, nu ar fi dat un oțel de asemenea calitate, necesar pentru armele cu care este dotată armata noastră, nici

acest admirabil blindaj pe care îl realizăm în prezent. Iar fără acestea, industriei i-ar fi fost imposibil să construiască tancuri de mare performanţă.

Să mai luăm un exemplu : aviaţia noastră. Cui datorează ea progresele sale ? Fără lucrările lui Jukovski, ale lui Ceaplîghin şi ale şcolii acestora, în mod sigur, dezvoltarea ei nu ar fi fost cu putinţă. Dar Ceaplîghin n-ar fi putut niciodată nu numai să construiască un avion, dar nici măcar să deseneze un profil al acestuia. El era un mare matematician, asemeni genialului său profesor, Jukovski, care a pus bazele aerodinamicii zborului. Întreaga omenire se închină în faţa unui Jukovski, care a descoperit o teoremă fundamentală ce stă la baza calculului profilului aripilor aeroplanelor şi mulţumită căreia a putut fi înţeles mecanismul sustentaţiei aripii de avion. Înseamnă oare aceasta că ar fi trebuit să-i cerem lui Jukovski să calculeze el însuşi avioanele ? Teorema sa reprezintă acel pom minunat pe care el l-a sădit şi din care vor culege roade, secole de-a rîndul, toţi acei care construiesc aeroplane.

De acord, această influenţă a cercetării fundamentale asupra tehnicii ar trebui să fie mai organizată decît este ea la noi în acest moment. Ea ar trebui să se producă şi prin intermediul propagandei ştiinţifice despre care am mai vorbit. De asemenea, trebuie organizată mai bine consultarea savanţilor de către industrie. Este necesar ca oamenii de ştiinţă să se intereseze mai mult de acele domenii ale tehnicii în care cunoştinţele lor pot să aibă cea mai amplă valorificare. Dacă se poate vorbi de o planificare a ştiinţei, atunci ea trebuie să constea în stimularea dezvoltării acelor domenii ale cunoaşterii care, la momentul respectiv, au o capacitate mai mare de influenţare a progresului tehnic. Dar nu putem cere unui savant să influenţeze tehnica neapărat prin transformarea directă a ideilor sale în rezultate practice.

Voi trece acum de la această expunere generală la relatarea mai concretă a legăturii institutului nostru cu tehnica. La prima vedere poate să pară că ceea ce voi relata contrazice ideile pe care tocmai le-am dezvoltat. Dar această contradicție se explică prin faptul că, în afară de activitatea științifică, eu mă ocup și de probleme inginerești. Aceasta este, bineînțeles, o situație particulară, care nu trebuie luată ca regulă. Cel mai simplu ar fi, cred, să vă povestesc despre felul cum institutul nostru a desfășurat cercetările sale privind utilizarea oxigenului în industrie.

În anii '30, în publicațiile tehnice se discuta cu aprindere chestiunea foarte importantă a utilizării largi a oxigenului în industrie și influența sa posibilă asupra tehnicii din acea vreme. O serie de articole și calcule interesante ale unora dintre inginerii noștri de frunte arătau ce efect considerabil ar putea avea folosirea oxigenului ieftin în industrie. Deosebit de atrăgătoare era intensificarea proceselor din metalurgia fierului: elaborarea fontei în furnale și obținerea oțelului prin insuflare de oxigen. Se puneau, de asemenea, problemele gazeificării subterane a combustibililor, intensificării unor procese chimice industriale și altele. Toate aceste perspective interesante, ispititoare, depindeau de obținerea unor cantități mari de oxigen ieftin. Așa că se propuneau și se discutau diferite metode de obținere a oxigenului pe scară industrială.

Eu studiam această literatură și mi-au atras atenția unele articole care conțineau în mod evident greșeli. Am început să analizez diferitele căi de obținere a celui mai ieftin oxigen. Pe baza cunoștințelor fizice ale epocii se putea arăta că cel mai ieftin oxigen se poate obține din aer, în care el se găsește în stare naturală. Apoi, se putea arăta — și eu am prezentat o comunicare în acest sens la Academie — că oxigenul se obține cu cele mai mici cheltuieli, date fiind mijloacele tehnicii contemporane, prin lichefierea aerului, urmată de distilarea sa.

Aerul lichid se poate separa în oxigen și azot la fel cum separăm alcoolul din amestecul său lichid cu apa. Dar, tot pe baza cunoștințelor științifice generale, se putea arăta că, în instalațiile din acea vreme folosite pentru obținerea aerului lichid, randamentul nu depășea 10—15%, iar ciclurile corespunzătoare ale lichefierii și rectificării erau prea complicate. Se mai putea arăta, de asemenea, cum trebuie alcătuit un ciclu mai aproape de cel ideal. Se putea arăta că cea mai sigură cale de simplificare și ieftinire a acestor procese de obținere a oxigenului în cantitate mare era renunțarea la mașinile frigorifice cu piston și trecerea la mașinile rotative — tip turbină. Este interesant de observat că, deși ideea constructivă a turbinei frigorifice a fost emisă de Rayleigh încă din anii '90 ai secolului trecut, cu excepția cîtorva încercări, pînă în momentul respectiv ea nu fusese realizată cu succes. Se putea arăta pe cale teoretică în ce au constat, după toate probabilitățile, greșelile tentativelor anterioare și cum puteau fi ele evitate. Toată această elaborare teoretică era cu adevărat interesantă și aceasta era, bineînțeles, sarcina omului de știință.

Am prezentat toate aceste rezultate inginerilor, specialiștilor și am arătat care este, după opinia mea, calea de urmat în vederea creării unei tehnici noi de obținere a oxigenului ieftin. Ei mi-au spus-o pe șleau: „Tovarășe profesor, acestea sînt pur și simplu bazaconii". Considerau aceste idei prea puțin realiste, deoarece erau prea departe de concepțiile lor din acea etapă. Cu alte cuvinte, gîndirea noastră tehnică nu era suficient de matură pentru a recepta asemenea idei noi.

În fond, ca savant, puteam să mă opresc aici, să public rezultatele mele și să aștept pînă cînd tehnica se va maturiza, fiind în stare să le preia și să le transpună în viață. Astăzi îmi dau seama că prin acea cercetare deschizătoare de drumuri eu mi-am asumat toată munca pe care am efectuat-o singur în ultimii patru ani, de data asta ca inginer, și pe care, după cum am sperat eu

la început, ar fi trebuit s-o facă industria noastră. Aveam dreptul să mă opresc odată cu încheierea cercetării teoretice, dacă n-aş fi fost eu însumi inginer, dacă n-aş fi avut pasiune de inginer, ceea ce nici nu ascund, dealtfel. Mi se spunea că ideile pe care le promovam ca savant erau nerealiste. M-am hotărît deci să fac eu pasul necesar în continuare.

În doi ani şi jumătate am construit în institut o maşină pentru obţinerea aerului lichid pe aceste principii noi. Tezele teoretice generale pe care le-am formulat s-au confirmat. Maşina a fost supusă unei expertize de către o comisie de stat. Hotărîrea Consiliului economic a obligat una dintre uzine să preia experienţa noastră ştiinţifică şi tehnică şi să continue dezvoltarea problemei. Aveam convingerea că, odată cu această etapă, mă pot linişti. Uzina va începe să elaboreze noile instalaţii şi va începe să le dezvolte pe aceeaşi linie. Eu presupuneam că, din modelul nostru de laborator, care prezenta toţi parametrii necesari şi, care, totodată, confirma toate principiile teoretice fundamentale elaborate, industria va dezvolta o tehnică nouă de obţinere a oxigenului ieftin. Dar lucrurile n-au mers deloc aşa. Cu toate că guvernul a dat uzinei indicaţii suficient de drastice, uzina nu le-a îndeplinit.

Dacă analizăm cu atenţie cele petrecute în uzină, nu este greu să sesizăm cauzele acestei întîrzieri în dezvoltarea şi transpunerea în viaţă a noilor instalaţii. În uzina respectivă se găseau ingineri şi tehnologi tineri şi talentaţi care s-au apropiat cu mult interes de sarcina noastră. Unii dintre ei colaborează şi în prezent cu noi. Nu s-ar putea spune că colectivul uzinei a avut în general o atitudine potrivnică faţă de noua sa sarcină. Înţelegea utilitatea ei şi manifesta interesul necesar faţă de nou, dar lucrarea nici măcar nu a ajuns în mîinile muncitorilor din uzină. Ei erau legaţi de sarcinile lor zilnice şi, mai ales, de îndeplinirea planului de bază al unităţii. Se înţelege, instalaţiile noastre ocupau forţă de

muncă, împiedicau îndeplinirea planului, iar prin producerea lor în serie mică nu jucau nici un rol în balanța de producție anuală a uzinei.

Am impresia că atitudinea uzinei față de aceste începuturi creatoare se poate caracteriza cel mai bine prin parafrazarea cîtorva versuri din *Faust*. Poate vi le amintiți, iar adaptate la cazul nostru, ele ar suna cam așa :

„Către înalt, către frumos ne-am avînta,
Însă banale treburi zilnice ne leagă,
Dar dacă planul anual vom împlini...
Un mai cinstit prinos aducem visului".

Unitățile noastre industriale doresc în mod sincer să asimileze noile succese ale științei, dar situația reală este că pentru ele îndeplinirea planului este cu mult mai importantă. Un an de conlucrare ne-a arătat că nu există nici o nădejde ca în aceste condiții uzina să producă singură echipamentul pentru fabricarea oxigenului ieftin.

Atunci s-a luat hotărîrea de a se modifica tactica adoptată. Sarcina a fost transmisă altei uzine, în care a fost creată o secție specială și un atelier de proiectări care se ocupau în exclusivitate de instalațiile noastre. Printr-o decizie a Consiliului economic, alegerea cadrelor pentru această secție și conducerea activității au fost încredințate institutului nostru.

Totodată, pentru a nu mai pierde timp, s-au efectuat în institut lucrările care, după socoteala noastră, ar fi trebuit să le ia asupra sa industria. De la instalația pentru obținerea aerului lichid am trecut la realizarea noilor cicluri, la construirea instalațiilor pentru obținerea oxigenului lichid. Am continuat să verificăm calculele noastre teoretice și am obținut oxigen lichid în instalații cu turbină. Cu această ocazie am căutat să aflăm numărul de ore de funcționare neîntreruptă pe care îl poate asigura instalația, în condițiile de lucru industriale la care ea va trebui să facă față. Aceasta deoarece, deși instalația noastră funcționa corect în institut, nu se putea afirma

de pe acum că ea reprezenta un prototip pentru industrie.

În cea de-a doua uzină treaba mergea acum mai bine decît în prima, dar, cu toate acestea, lucrurile se urneau greu și, chiar dacă noi dirijam secția, intervenția noastră, de pe poziția unui factor extern, nu era lipsită de fricțiuni. În circa un an și jumătate am reușit să construim cîteva instalații și să le predăm industriei. Dar a început războiul și noua formă de cooperare cu industria s-a oprit în acest stadiu. Este greu să afirmăm ce evoluție ar fi avut dacă nu izbucnea războiul.

Experiența noastră de cooperare cu unitățile industriale ne-a învățat însă multe. Ea a arătat că în industrie există ingineri cu potențe creatoare, există aspirația către progresul tehnic. De la primii noștri pași în lucrările privind oxigenul, am beneficiat de un important ajutor, sprijin și interes din partea guvernului. El a venit în întîmpinarea noastră în toate încercările pe care le-am făcut. Fără discuție, numai datorită acestui ajutor, acțiunea a continuat să progreseze. În această situație, care erau totuși elementele care o frînau? Incontestabil, aspecte de ordin organizatoric. Sistemul organizatoric al unităților noastre industriale este insuficient adaptat pentru transpunerea rapidă și fără dificultăți, în tehnică, a unor idei noi. Cu toate acestea, nu mă indoiesc de faptul că, în sistemul nostru economic, se pot concepe și pune la punct forme de organizare care ar deschide posibilități de introducere în tehnică și de dezvoltare rapidă a ideilor înaintate și ar permite influențarea pe o scară cît mai largă a industriei de către știință.

Războiul a făcut ca nevoile țării în materie de oxigen să devină acute. Trebuia ca, suflecîndu-ne mînecile, să ne apucăm singuri să îmbunătățim mașinile pînă la obținerea produsului industrial, să studiem problemele de securitate în exploatare. Am făcut toate acestea la Kazan, după ce institutul a fost evacuat în acest oraș. În

paralel, pe baza experienței acumulate aici, pe baza proiectelor noastre, sub conducerea și cu participarea institutului, se construiau în ritm rapid instalații industriale mari, care au intrat în exploatare curentă.

Războiul și sarcinile care stăteau în fața economiei naționale după război ridicau cu multă acuitate problema producerii de oxigen. Se cuvenea să acționăm cu energie, să utilizăm pentru țară toate posibilitățile pe care le avea în industrie metoda noastră de obținere a oxigenului. Nu pot intra în amănunte cu privire la măsurile ce au fost luate, vă pot spune doar că în prezent s-a creat un departament de-sine-stătător, o direcție industrială pentru oxigen, care are drept una din sarcinile principale producerea și introducerea în procesele tehnologice a instalațiilor de tipul creat de noi. Departamentul are și o uzină proprie. Conducerea acestei organizații mi-a fost încredințată mie.

Tematica raportului meu de azi nu-mi permite să mă opresc mai în detaliu asupra sarcinilor pe care le au de îndeplinit Direcția generală pentru oxigen și Comitetul tehnic pentru introducerea și utilizarea oxigenului industrial, care a fost creat odată cu Direcția. Vă voi spune doar că ideea care stă la baza acestei organizări conține în ea atît încercarea de a realiza o structură organizatorică care să lege cercetarea fundamentală cu industria, cît și încercarea ca, folosind oxigenul industrial, să intensificăm procese tehnologice din metalurgie, chimie, energetică ș.a.m.d.

Aici am putea spune că apare contradicția cu tezele de bază pe care le-am expus, dar această contradicție dispare de îndată ce acceptăm că există „doi Kapița" : primul — savant, al doilea — inginer. În vremea războiului, omul de știință a făcut loc inginerului. Ca inginer, mi-am concentrat eforturile în încercarea de a crea o structură industrială care să fie în stare să preia și să ducă mai departe idei științifice noi. Este greu de afirmat ce va ieși din această tentativă,

dar, oricum, condițiile de război cer folosirea tuturor forțelor disponibile pentru obținerea succesului.

De fapt, acest caz nu contrazice cele spuse la început. Toată această evoluție pornește de la o simplă coincidență, aceea că eu am reușit să lucrez atît în calitate de om de știință, cît și în calitate de inginer. În fond, se mai cunosc cazuri cînd un om posedă două profesii. De exemplu, Borodin era chimist și compozitor. Dar aceasta nu trebuie transformată în regulă și nici măcar în exemplu de urmat. Atunci cînd ascultați un cîntăreț, n-o să-i cereți ca, cu orice preț, să se acompanieze singur. Așa că nici savantului nu-i putem cere să se ocupe neapărat și personal de aplicarea cercetărilor sale pînă la faza de produs industrial.

Unii oameni de știință au înclinația necesară către activitatea inginerească și, într-un asemenea caz, această întîmplare fericită se cuvine folosită. Dar dacă această înclinație nu există, atunci a îmboldi omul să facă o treabă pentru care nu este dotat nu poate avea decît urmări rele. Aș da ca exemplu pe academicianul N. N. Semionov.

Cercetările academicianului N. N. Semionov cu privire la reacțiile în lanț și la ardere fac parte dintre cele mai strălucite contribuții și dintre cele mai avansate lucrări științifice realizate la noi, în Uniunea Sovietică. Teoria arderii, teoria exploziei, teoria detonației, rezultate ale cercetărilor sale și ale cercetărilor școlii sale, au influențe enorme și unanim recunoscute asupra dezvoltării actuale a motoarelor cu ardere internă, a explozivilor și asupra unei serii de alte domenii ale tehnicii. Peste tot, atît la noi, cît și peste hotare, de cîte ori se studiază procesele de ardere, Semionov este menționat ca un fondator. Dar dacă Semionov ar încerca el însuși să construiască un motor cu ardere internă sau să conducă realizarea acestuia, nu ne putem aștepta la mare lucru, iar timpul și energia sa vor fi de-

viate de la marea știință, în care el s-a afirmat ca un creator de prestigiu.

Noi îl stimăm pe N. N. Semionov ca pe un mare savant rus, ca o mîndrie a gîndirii noastre teoretice și, desigur, lucrările sale de chimie teoretică vor fi apreciate de un șir lung de generații. Dar, ca inginer, el este mai mult decît mediocru. Cînd un cîntăreț nu este dăruit pentru a se acompania singur, atunci de ce să-l împingem către așa ceva? N-ar fi atunci mai bine să instruim în același timp niște acompaniatori? Trebuie să recunoaștem că în foarte puține locuri din industria noastră există preocuparea pentru formarea corespunzătoare a cadrelor însărcinate cu transpunerea în viață a tehnicii noi, înaintate. Trebuie s-o spunem deschis. Aceasta este o mare lipsă a noastră și împotriva ei trebuie să luptăm. Nu mai puțin dăunător ar fi însă a pune această obligație în sarcina marilor noștri oameni de știință.

Eu cred că această problemă, a legăturii științei cu industria, trebuie s-o supunem unei discuții largi, pentru a găsi cele mai sănătoase forme ale unei asemenea legături, atît de necesară progresului rapid al culturii noastre. Trebuie evitate vulgarizările în abordarea acestei chestiuni, cum ar fi, de exemplu, cererea adresată de-a valma tuturor savanților: să vă ocupați personal de aplicarea rezultatelor activității voastre! (Cerere pe care, între noi fie vorba, o formulează destul de des însuși Prezidiul Academiei de Științe). Împotriva acestei atitudini eu voi protesta întotdeauna. Știința, marea știință, întotdeauna a pus în mișcare și va pune în mișcare gîndirea tehnică. La noi, în Uniunea Sovietică, există toate condițiile pentru a face această influență mai activă. Dar nu este cu putință să se coboare discuția problemei la un nivel primitiv.

Permiteți-mi acum să mă refer la problema următoare — structura organizatorică a institutului. Sarcinile pe care institutul și le-a pus în față și pe care eu vi le-am prezentat influențează, indiscutabil, asupra structurii sale. În in-

stitutul nostru există un număr nu prea mare de lucrători ştiinţifici permanenţi şi, totodată, lucrători ştiinţifici angajaţi pe termen limitat şi aspiranţi. Numai a treia parte a cercetătorilor sînt cadre permanente, lucrătorii pe termen limitat apropiindu-se de două treimi. Inevitabil, această practică şi-a pus o amprentă puternică pe întreaga structură a institutului. Cum salariaţii temporari nu sînt plătiţi din bugetele institutului, numărul personalului nu corespunde la noi normelor existente, dacă ne raportăm la cifra de lucrători ştiinţifici permanenţi. Din punct de vedere contabil, aceasta ne apare adesea ca o pierdere, ca o risipă în materie de cheltuieli gospodăreşti, dar dacă raportăm numărul personalului ajutător la toţi lucrătorii ştiinţifici care activează în institut, atunci abaterea de la norme dispare.

În afară de aceasta, trebuie să acordăm atenţie şi faptului că personalul invitat pe durată limitată în institut impune existenţa unui personal auxiliar mai calificat. Aspiranţii, de pildă, în perioada iniţială, dacă rămîn fără supraveghere, în mod inevitabil defectează aparatele şi deteriorează instalaţiile mai înainte de a învăţa să lucreze cu ele. Păgubitoare pentru aparatura ştiinţifică a institutului poate să fie şi prezenţa cercetătorilor invitaţi, dacă nu le ataşăm laboranţi experimentaţi. Calificarea ridicată a personalului auxiliar permite totodată intensificarea ritmului cercetării, acesta ajutînd la crearea unor aparate speciale, adaptate pentru funcţionarea la temperaturi joase, realizînd termometria suficient de complexă din gama temperaturilor foarte coborîte, indicînd procedeele de lucru cu heliu lichid ş.a.

În afara laboranţilor experimentaţi şi verificaţi, institutul nostru dispune şi de meşteri de înaltă calificare pentru realizarea rapidă a aparaturii speciale. Vom face acum observaţia că nimic nu frînează mai mult activitatea ştiinţifică, nu dezamăgeşte şi nu deprimă pe cercetător ca

încetineala în pregătirea dispozitivelor pentru experimentări. Așa că putem spune că un atelier bun pe lîngă un institut poate aduce o importantă contribuție la funcționarea acestuia.

O importanță deloc secundară o prezintă activitatea financiară a institutului. Tiparele adoptate pentru această activitate în institutele noastre de cercetări nu se deosebesc aproape cu nimic de modul în care ea se desfășoară în orice altă unitate economică. Indiscutabil, așa ceva nu este corect. Sarcinile unităților economice, organizarea funcționării lor se deosebesc profund de cele ale institutelor de cercetări. Din aceste motive, o asemenea nepotrivire a sistemului financiar cu sarcinile noastre reprezintă, de regulă, o povară pentru directorii institutelor de cercetări. De ce oare nici măcar Academia de Științe nu a făcut vreo încercare mai serioasă de a schimba sistemul? În loc de a adapta sistemul la necesitățile ei, se adaptează ea sistemului, uzînd de nenumărate tertipuri și risipind multă inventivitate.

Noi am reușit ca pentru institutul nostru să obținem aprobările pentru modificări importante și simplificări ale procedeelor financiare. Am pornit de la ideea că, din punct de vedere organizatoric, un institut de cercetări trebuie să fie foarte elastic. Și, într-adevăr, în desfășurarea acestei activități creatoare, este greu să prevedem nu cu un an, dar nici măcar cu o lună mai devreme, cum va evolua una sau alta dintre cercetări și ce sisteme organizatorice sau cheltuieli vor fi necesare pentru ca ea să continue cu succes. Elasticitatea organizării noastre se realizează, între altele, prin aceea că ni s-a permis să avem, de exemplu, o cifră de personal fluctuantă. Statele de personal sînt precizate de directorul institutului, în funcție de necesitățile de personal. A relata în amănunt despre sistemul nostru financiar ar dura foarte mult; ideea esențială este că institutul primește anual un plafon, pe care are permisiunea de a-l folosi mult mai independent decît unitățile bugetare obișnuite.

A fost nevoie de oarecare perseverență pentru a convinge Comisariatul Poporului pentru Finanțe de necesitatea unui asemenea sistem. Chiar în perioada respectivă a Ministerului de Finanțe exista tendința de a introduce așa-numita evidență pe teme ; idealul se considera a fi evidența contabilă de amănunt pe fiecare temă de cercetare în parte. În disputele mele cu specialiștii ministerului de resort eu scriam de pildă următoarele : „Oare cînd priviți un tablou de Rembrandt, pe dumneavoastră vă interesează cît a plătit el pentru pensule și pentru pînză ? Atunci de ce oare, cînd apreciați rezultatele unei cercetări, vă interesează cît am cheltuit cu aparatele și ce materiale s-au consumat ?" Dacă cercetarea a dat rezultate importante, atunci valoarea ei nu se măsoară prin cheltuielile materiale efectuate cu această ocazie. Valoarea bănească a unei lucrări științifice, în general, nu este comparabilă cu valoarea ei culturală. Eu i-am întrebat : „Ce fonduri ar fi găsit cu cale Ministerul de Finanțe să-i aloce lui Isaac Newton pentru munca sa, care a dus la descoperirea gravitației universale ?"

Ministerul de Finanțe obiecta fără încetare. Cearta s-a întins pe mai bine de o jumătate de an și n-aș fi avut cîștig de cauză dacă nu m-aș fi bucurat de sprijinul și apoi de dispozițiile Consiliului de Miniștri al U.R.S.S. În final s-a creat pentru institut un mecanism financiar simplificat, care scutește pe director de o serie de sîcîieli zilnice și de obligația de a face mereu „combinații". Aceasta a dus la faptul că, de exemplu, la noi în institut lucrează un singur contabil, iar acesta are destul timp pentru ca în perioadele de pregătire a experiențelor să contribuie la punerea la punct a instalațiilor, să facă unele înregistrări și măsurători. Aceasta simplifică, ușurează mersul institutului, însănătoșește atmosfera acestuia.

Acum mă voi referi la ultima chestiune — reorganizarea muncii institutului pe timpul războiului.

Institutul nostru n-a fost nevoit să recurgă la o reorganizare radicală. Problema oxigenului era actuală și în timp de război. Războiul ne-a obligat pe noi toți să punem în practică, cît mai repede cu putință, întreaga experiență și toate cunoștințele acumulate în acest domeniu, pînă în momentul respectiv. Am încercat să organizăm munca noastră în așa fel, încît să transmitem industriei, cît mai rapid, toată experiența noastră în problemele oxigenului, pentru ca ea să fie cît mai deplin folosită în efortul de învingere a dușmanului. Se părea totodată că și alte domenii de activitate ale institutului nostru puteau prezenta importanță, date fiind cerințele războiului. Din păcate, din anumite motive, eu nu pot să vă relatez despre acestea mai în amănunt. Orientînd energia noastră spre aceste ultime direcții, am fi fost nevoiți ca institutul să-și restrîngă foarte mult activitatea în acele domenii despre care vă vorbeam încă de la începutul acestei comunicări. Noi însă ne-am concentrat eforturile aproape în întregime pe direcția principală, asupra oxigenului, pentru ca printr-o lovitură concentrată să obținem repede rezultate certe. În aceasta am pornit de la ideea că, în vreme de război, o cercetare nefinalizată, fără rezultate, este chiar păgubitoare, din moment ce ea răpește din forțele destinate altei lucrări, care este mai actuală.

Încheindu-mi raportul, aș dori să remarc că am căutat să mă refer numai la problemele de principiu, cele mai generale ale organizării muncii științifice. Unele dintre acestea sînt încă departe de a fi rezolvate definitiv. Cu părere de rău, trebuie s-o spun din nou, chestiunea organizării științei se dezbate încă prea puțin la noi. De aceea sînt de părere că multe dintre hotărîrile care se iau la noi ar putea fi încă sensibil ameliorate. Mi se pare neîndoielnic că, în condițiile țării noastre, există încă multe posibilități neepuizate în ce privește organizarea cercetării științifice. Chiar și în condițiile acestei organizări încă imperfecte, care există la noi, știința

mare are deja o influență mai puternică asupra tehnicii, asupra întregii noastre vieți, decît ne închipuim în mod obișnuit. Această influență se realizează pe calea unor tradiții care se dezvoltă, tradiții create de știința noastră mare, ca și prin legarea științei, printr-o serie de fire invizibile, de viața și industria noastră. Este cazul să ne amintim că, fără marile noastre tradiții științifice, care au fost inițiate de învățații noștri, începînd chiar cu Lomonosov, nu am fi avut tunuri bune, blindaje puternice și avioane rapide, chiar dacă nici unul dintre savanții noștri academicieni nu știe să calculeze un aeroplan sau să tragă cu tunul.

Încă nu cunoaștem suficient posibilitățile ce există în țara noastră, forțele pe care ni le insuflă legătura strînsă a științei noastre cu viața, precum și acele posibilități care sînt oferite muncii științifice de către guvernul sovietic. Nu știm încă să folosim libertatea mare pe care o are în țara noastră dezvoltarea gîndirii științifice. Se fac încă multe greșeli, nu este încă înțeles rolul important pe care este chemată să-l joace Academia de Științe, ea însăși își desconsideră într-o anumită măsură propria importanță. Dar, cu toate acestea, realizările noastre sînt întru totul reale.

Sîntem meniți să împlinim o mare chemare într-o țară mare. Noi înșine sîntem primii care trebuie să prețuim și să respectăm această chemare și să ne preocupăm de înfăptuirea ei.

II

UNITATEA DINTRE ŞTIINŢA ŞI TEHNICA

Articol apărut în ziarul „Pravda"

1941

Viaţa unui stat socialist se edifică şi se dezvoltă pe baze ştiinţifice. Acesta este motivul pentru care, încă din primele zile ale existenţei sale, Puterea Sovietică a acordat ştiinţei o mare atenţie şi multă solicitudine. Ca rezultat al acestui fapt, avem în prezent o ştiinţă în stare să rezolve probleme dintre cele mai dificile şi mai avansate. Avem, de asemenea, o industrie care realizează cele mai complexe şi mai delicate mecanisme. Dar, legătura dintre ştiinţă şi tehnică este încă slabă la noi, iar aceasta ne împiedică să folosim întregul potenţial de forţe creatoare al ţării noastre.

Numai în cadrul unei unităţi vii, organice dintre ştiinţă şi tehnică, acestea se pot ajuta reciproc: ştiinţa deschide în faţa tehnicii noi perspective, pe care ea în prealabil le cercetează cu curaj, din proprie iniţiativă; pe de altă parte, odată cu dezvoltarea tehnicii, nu numai că ştiinţa se îmbogăţeşte cu noi posibilităţi sub raport tehnic, dar tematica ei se lărgeşte şi capătă o orientare mai bine definită.

Nicăieri nu există un teren mai bun pentru o cît mai largă aplicare a ştiinţei ca în U.R.S.S. Aşa că explicaţia slabei legături dintre ştiinţă şi tehnică trebuie să stea în faptul că n-am găsit

încă formele de organizare cele mai eficace pentru această legătură. Fără îndoială, chiar la nivelul actual de dezvoltare al științei și tehnicii, cu toate lipsurile pe care încă nu le-am lichidat, s-ar fi putut atinge culmi ale creației tehnice mult mai înalte. Nu cred că o asemenea rămînere în urmă poate fi explicată prin lipsurile cunoscute și care treptat se elimină, cum ar fi „plafonarea" cadrelor de creație tehnică, birocratismul, dotarea necorespunzătoare și altele. Am convingerea că la noi există lipsuri de organizare mult mai importante și s-a acordat încă prea puțină atenție analizei acestora.

În lupta pentru stăpînirea naturii este necesară atît o strategie, cît și o tactică proprii. În această chestiune, ca și într-o bătălie, cel mai important este a avea o distribuire corespunzătoare a forțelor pe linia frontului și o misiune de luptă clară. Statul major al armatei noastre științifice nu numai că nu se află la punctul de comandă, ba adeseori armata aceasta se luptă fără a avea o conducere. Am putea spune că pe multe dintre fronturile pe care se realizează cuceririle noastre științifice sau tehnice nici măcar nu există armate organizate, ci acționează izolat „detașamente de partizani". De asemenea, nu există nici concentrările de forțe de elită, în sectoare bine determinate, pentru obținerea rapidă a unor rezultate hotărîtoare. Se simte parcă teama de a concentra întreaga lovitură asupra punctelor determinante, ca și tendința de a lăsa la o parte unele probleme, fie ele și importante, deoarece oricum, mîine le va veni și lor rîndul. S-a creat astfel o situație în care forțele noastre sînt dispersate pe un front extrem de întins și de aceea nici unul dintre comandanți nu au cîștigat vreo victorie importantă.

Trebuie să însuflețim armata științei prin problemele pe care i le punem în față și să-i dăm ocazia să simtă importanța fiecărei victorii parțiale. Mai trebuie și să alcătuim în mod rațional unitățile luptătoare și să le repartizăm comandanți corespunzători. Viața a arătat că orice în-

drumare a personalului de creație tehnică sau științifică nu este eficace decît în condițiile menținerii unei opinii colective sănătoase. Ea se creează în cadrul întrunirilor noastre și cu ajutorul presei. Noi folosim încă în măsură insuficientă această capacitate organizatorică de care dispunem.

Să analizăm, de exemplu, sesiunile Academiei de Științe. Ele se țin cu regularitate. Cu această ocazie se pot audia rapoarte interesante, dar cel mai adesea este vorba de prelegeri profesorale, utile pentru completarea cunoștințelor, dar nu de niște discuții cu adevărat științifice. Aproape că nu au loc dezbateri, nu există o tradiție în a se stabili în colectiv valoarea diferitelor probleme tehnice sau științifice, respectiv a lucrărilor dedicate acestora. De fapt, nu există nici măcar străduința de a provoca o dezbatere. Or, se știe, dezbaterea nu apare de la sine, discuțiile trebuie cultivate. În acest scop, trebuie selectate din timp chestiunile cele mai importante și mai arzătoare și, totodată, trebuie aleși și pregătiți oponenții. Cel care prezidează trebuie să dirijeze discuțiile, să dea o formulare clară aspectelor ce sînt supuse dezbaterii și să nu permită abaterea de la problemele de bază ale discuției. Dacă o comunicare, prin natura ei, nu provoacă discuții, fiind, de exemplu, un simplu raport asupra unei descoperiri științifice, atunci cel puțin adunarea trebuie să asculte opinia specialiștilor de seamă, cu scopul de a obține astfel o evaluare colectivă corectă a lucrării. Deoarece comunicările fără dezbateri și fără evaluarea lor nu folosesc la nimic, revine atunci mai ieftin și e mai simplu să ne limităm la publicarea lor.

Deseori am impresia că ne-am teme parcă de dezbaterea și aprecierea muncii științifice. S-ar putea ca aceasta să provină din vanitatea care se întemeiază pe o reprezentare falsă a savantului, ca unul care nu greșește niciodată și pe care „greșeala" ar trebui să-l discrediteze. Parcă am uitat că „numai cel ce nu muncește nu greșește". Și doar fiecare adevăr științific al zilei de azi

poate fi completat sau modificat mîine, noi aflîndu-ne într-o mişcare de continuă apropiere de cunoaşterea adevărului asupra naturii. Numai înlăturînd eroare după eroare, descoperind contradicţiile, obţinem o reprezentare tot mai corectă asupra problemei studiate. Eroarea nu este acelaşi lucru cu pseudoştiinţa. Pseudoştiinţa constă de fapt în nerecunoaşterea greşelilor. Tocmai de aceea este ea o frînă în dezvoltarea normală a adevăratei ştiinţe.

Mai trebuie să menţionăm că deseori şi presa noastră se fereşte de o analiză serioasă a chestiunilor care se dispută în ştiinţă sau în tehnică.

Lipsa unei opinii de masă sănătoase în anumite probleme nu numai că aduce după sine posibilitatea de amplificare a unor activităţi ştiinţifice lipsite de valoare sau chiar dăunătoare, ci, de asemenea, împiedică concentrarea celor mai bune forţe pe direcţiile principale de cercetare.

Lipsa dezbaterii nu concordă de fel cu condiţiile generale existente la noi. Fiindcă la noi fiecare cucerire a ştiinţei sau tehnicii reprezintă o realizare a întregii ţări, iar oamenii sînt dornici nu numai s-o înţeleagă, ci şi să-i cunoască valoarea. Iar o preţuire generală corectă îl însufleţeşte pe cercetător şi contribuie la crearea acelui entuziasm care este atît de necesar unei activităţi creatoare. Fiecare problemă ştiinţifică sau tehnică importantă are la noi o valoare socială asupra căreia se cuvine să cugetăm şi asupra căreia trebuie să ne pronunţăm.

Sub raport organizatoric, „armata" celor care creează în industrie mi se pare şi mai puţin evoluată decît cea din cercetarea ştiinţifică. Dacă oamenii noştri de ştiinţă sînt totuşi cuprinşi în cîte un colectiv oarecare, creatorii de tehnică sînt într-o asemenea măsură împrăştiaţi în uriaşa noastră industrie, încît gruparea lor într-o forţă de şoc reprezintă o sarcină extrem de greu de realizat.

Repet că nu vorbesc aici despre acele bătălii mărunte, ce duc la o serie de perfecţionări tehnice, ca de exemplu : selecţionarea celor mai potrivite

materiale, reducerea consumului de manoperă, raționalizarea proceselor tehnologice, ridicarea calității produselor și celelalte. Acest progres tehnic, care se realizează adesea pe calea acțiunii de tip „partizan" a indivizilor entuziaști, prezintă o mare însemnătate, iar la noi n-am putea spune că merge rău. Evident, cel mai remarcabil este că la noi, ca în nici o țară din lume, sînt cuprinse în această mișcare cele mai largi cercuri de lucrători din domeniul tehnicii, începînd de la muncitori și terminînd cu inginerii. Eu însă am în vedere bătăliile cu mult mai importante în care sînt angrenate subunități puternice și ale căror rezultate trebuie să pună țara în posesia unor posibilități încă necunoscute. Asemenea realizări pot fi obținute doar de forțe de amploarea celor care în trecut au inventat și au dezvoltat fabricația de turbine sau de motoare Diesel.

În asemenea bătălii importante nu se poate garanta anticipat victoria asupra naturii, chiar în condițiile unor mari cheltuieli de forțe și mijloace și ale mobilizării celor mai bune colective creatoare de savanți și ingineri, care să lucreze intens, cu entuziasm. Dar dacă bătălia va fi cîștigată, aceasta va marca o nouă etapă în dezvoltarea industriei. Obținerea unor asemenea succese ne-ar ajuta să-i întrecem pe toți. Fără nici un dubiu, orînduirea socialistă trebuie să fie cel mai bun organizator al unor astfel de victorii importante pentru tehnică. Oricare ar fi condițiile, capitalismului i-ar fi imposibilă o mobilizare atît de largă de forțe umane și mijloace materiale pentru cîștigarea unei asemenea bătălii.

Pentru a folosi această posibilitate unică, ne revine sarcina să învățăm rapid a organiza într-o veritabilă armată pe cei mai buni dintre creatorii noștri de tehnică din toate domeniile de vîrf ale tehnicii și să corelăm munca lor cu cea a savanților.

În conformitate cu observațiile mele, cea mai gravă lipsă, din punct de vedere organizatoric, este aceea că noi nu acordăm importanța cuvenită chestiunilor legate de introducerea în viață a

noilor cuceriri ale tehnicii, desconsiderînd caracterul creator al acestei activităţi. În institutele de cercetări de ramură şi în laboratoarele uzinale există condiţiile pentru o activitate creatoare. Dar ultima activitate din lanţ — implementarea noilor idei — se execută de obicei de către un personal oarecare, alături de sarcinile curente ale producţiei. După cum un bun cetăţean nu se naşte educat de la bun început, ci se formează în timp, tot aşa şi o idee nouă, care va sta la baza unei maşini noi sau la baza unui proces tehnologic nou, se maturizează numai pe măsura transpunerii sale în viaţă. „Creşterea" cu succes a unei idei noi nu trebuie încredinţată unui inginer, maistru sau muncitor oarecare, ci unui colectiv creator, format din lucrători bine selecţionaţi, de înaltă calificare.

Cu ocazia introducerii în fabricaţie industrială a instalaţiilor de producere a aerului şi oxigenului lichid, concepute de noi, m-am lovit de lipsa în producţie a unor asemenea cadre de creaţie tehnică şi de lipsa lor de organizare. Aceste instalaţii, care funcţionează pe principii noi de lichefiere şi separare, au fost executate numai în condiţiile unui laborator de cercetări. Se punea în faţa industriei sarcina de a transforma o asemenea instalaţie într-o maşină uşor de exploatat şi cu o tehnologie sigură de fabricaţie.

Cele mai mari dificultăţi le-am întîmpinat în organizarea unei baze de realizare a prototipurilor şi în selectarea cadrelor de ingineri, tehnicieni, proiectanţi, maiştri şi muncitori, potriviţi pentru dezvoltarea creatoare a noilor maşini. În producţie există asemenea oameni, evident, în număr suficient, dar ei sînt prea puţin cunoscuţi. Ei sînt dispersaţi, nu există vreo evidenţă a lor, ei execută sarcini dintre cele mai diverse. Descoperirea lor se face pe dibuite, iar obţinerea lor este grea. Neînţelegînd încă importanţa dezvoltării de noi posibilităţi tehnice, conducătorii se opun adesea recrutării de asemenea cadre şi creării de condiţii speciale pentru executarea lucrărilor complicate.

Însemnătatea unei baze serioase pentru dezvoltarea unor noi proiecte poate fi ilustrată şi cu

exemplul unei firme străine, care, printr-un complex oarecare de împrejurări, a ajuns să organizeze o fabrică experimentală, a cărei sarcină de bază o reprezenta elaborarea unor noi tipuri de maşini. Este vorba de uzinele „Brown-Boveri" din Elveţia. Ele s-au dezvoltat în oraşul Baden, în vecinătatea universităţii din Zürich. Beneficiind de aportul unor profesori de mare valoare, cum ar fi Stodola şi alţii, aceste uzine realizau turbine şi maşini electrice de foarte bună calitate. Cum însă mai tîrziu ţările vecine au înconjurat-o cu o barieră vamală, firma a fost nevoită să-şi construiască uzine noi într-o serie de alte ţări, cum ar fi Canada, Germania, Franţa şi altele. În noile condiţii, elaborarea noilor maşini a fost concentrată la Baden, unde au fost adunate şi cele mai bune cadre ale firmei. Aşa că în Baden a apărut, bineînţeles, una dintre întreprinderile experimentale cele mai avansate din lume.

Desigur, motivele pentru care s-a ajuns la crearea acestei întreprinderi nu sînt semnificative din punctul nostru de vedere ; pline de învăţăminte pentru noi sînt însă succesele sale, succese la care poate duce o unitate al cărei scop principal şi aproape exclusiv îl reprezintă crearea, dezvoltarea de tipuri noi de maşini. O dovadă că pe această cale s-a născut o întreprindere cu adevărat înaintată îl reprezintă realizarea de către această întreprindere a primei turbine cu gaze care a funcţionat cu succes.

Acest exemplu ne arată, după părerea mea, ce capacitate uriaşă se realizează atunci cînd sînt concentrate într-un singur loc şi dirijate către un obiectiv bine determinat cele mai bune forţe de creaţie ştiinţifică şi tehnică, dispunînd totodată de o bază materială corespunzătoare pentru introducerea progresului tehnic.

De aceea, cred că a sosit momentul să ne punem problema de a întruni în fiecare ramură a industriei noastre nişte colective atent selecţionate, care să cuprindă personal din toate tipurile

de activităţi de creaţie tehnică. În funcţie de amploarea producţiei, trebuie ca asemenea colective să constituie secţii speciale, iar în industriile importante, chiar fabrici de-sine-stătătoare, cu personal de înaltă calificare. În felul acesta vom crea condiţii net superioare pentru introducerea în industrie a tehnologiilor celor mai avansate. Practicînd o conducere atentă şi elastică a acestor colective, ele vor fi cele care vor deschide larg porţile de intrare în tehnică pentru toată ştiinţa noastră, aceasta putînd duce la transpunerea în viaţă a ideilor celor mai îndrăzneţe, mai avansate. Atunci va fi mult mai uşor să legăm între ele colectivele de oameni de ştiinţă şi de tehnicieni. O asemenea măsură va reprezenta un mare pas înainte în micşorarea rupturii care există astăzi între activitatea teoretică şi viaţă. Să nu uităm că această ruptură îşi datoreşte existenţa, în principal, unor neajunsuri temporare în privinţa organizării. Şi, într-adevăr, cu fiecare zi ne convingem tot mai mult că este greu de spus unde se termină ştiinţa şi unde începe legătura sa nemijlocită cu viaţa.

PLANIFICAREA ÎN ŞTIINŢĂ

Intervenţie la întrunirea directorilor unităţilor din Moscova ale Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

1943

Din discuţiile care au avut loc s-a văzut că nu există încă o concepţie clară şi acceptabilă pentru toţi despre cum trebuie să fie alcătuite planul de activităţi şi bilanţul Academiei de Ştiinţe. Aceasta provine din deosebirile de vederi care există în privinţa funcţiilor pe care trebuie să le îndeplinească planul şi bilanţul. Eu cred că se pot formula cu claritate pentru asemenea funcţii.

În primul rînd s-o enunţăm pe cea mai importantă : funcţia planului şi a bilanţului, ca elemente de conducere financiară. Potrivit prevederilor planului, se eliberează mijloacele băneşti, iar apoi, prin bilanţ, se apreciază dacă ele au fost folosite în mod corespunzător.

În al doilea rînd, este vorba despre controlul activităţii înseşi. Se compară cele prevăzute a fi realizate prin plan, cu ceea ce s-a realizat efectiv.

În al treilea rînd, menţionăm acea funcţie, căreia la noi i se acordă încă o prea mică importanţă, cea de coordonare a activităţii de cercetare a oamenilor de ştiinţă şi a unităţilor de cercetare din întreaga ţară.

În al patrulea rînd, planul şi bilanţul reprezintă un mijloc important de corelare a activităţii ştiinţifice a oamenilor de ştiinţă şi a institutelor de cercetare cu necesităţile ţării, ale economiei naţionale şi culturii sale.

Contrar concepţiei larg răspîndite, eu consider că aceste două ultime funcţii de mai mare anvergură trebuie socotite cele mai importante.

Adepţii planului, ca mijloc de control al activităţii de cercetare, socotesc că planul trebuie să fie respectat foarte strict din punct de vedere tematic, adică omul de ştiinţă trebuie să prevadă din vreme ce anume va lucra în cadrul unui anumit plan, cîţi anume bani îi vor trebui, ce anume materiale îi vor fi necesare, iar în final, ce anume rezultate va obţine prin utilizarea lor. În consecinţă, prin compararea elementelor prevăzute în plan cu cele din dările de seamă, se poate aprecia gradul de îndeplinire a planului, se poate aprecia munca lucrătorului ştiinţific sau a unităţii de cercetare, calificînd-o drept necorespunzătoare, corespunzătoare sau bună, în maniera în care se face cu oricare dintre unităţile industriale.

Această optică este împărtăşită, de obicei, de către organele de control financiar şi de aparatul organelor centrale de coordonare. În rîndul oamenilor de ştiinţă ea stîrneşte nemulţumire, chiar iritare. O serie de oameni de ştiinţă de mare va-

loare sînt de-a dreptul adversari ai oricărei forme de plan. Ei socotesc că activitatea ştiinţifică este o muncă de creaţie, iar creaţia nu se supune nici unei planificări ; ea trebuie să se desfăşoare fără nici o îngrădire, iar oamenii de ştiinţă să creeze doar pe direcţiile pentru care simt atracţie în etapa respectivă. Pentru susţinerea unui asemenea punct de vedere ei aduc şi o serie de exemple. Însuşi Newton, de pildă, n-ar fi putut să descopere legea gravitaţiei universale în funcţie de o planificare anume ; descoperirea a avut loc întîmplător, lui i-a venit inspiraţia la vederea faimosului măr care cădea. Într-adevăr, nu putem planifica momentul în care savantul să privească la un măr care cade şi modul în care acest lucru să-l inspire. Ceea ce este mai de preţ în ştiinţă, ceea ce alcătuieşte fundamentele marii ştiinţe, nu se obţine prin planificare, ci datorită unui proces creator, al cărui succes este determinat de talentul omului de ştiinţă.

Pentru a împăca aceste poziţii contradictorii, se avansează soluţii de compromis. O asemenea poziţie a avut la reuniunea noastră academicianul O. I. Şmidt. El apreciază că, realmente, descoperirile în ştiinţă sînt un fapt cert, dar evident, nimeni nu-l poate determina pe savant să-şi planifice dinainte descoperirile, în această privinţă noi trebuind să-i lăsăm totală libertate. Dar, în afara descoperirilor există o sumedenie de activităţi, diferite de cele creatoare, pe care va trebui să le planificăm. Eu consider această opinie insuficient fundamentată. Ar veni ca şi cum, ştiind bine că nu putem evalua în bani calităţile artistice ale unui tablou, să zicem de Rubens, am încerca, estimînd valoarea tablourilor dintr-un muzeu, să apreciem cît costă ramele, vopselele ş.a.m.d. şi să stabilim pe această bază valoarea colecţiilor din muzeul respectiv. Asemenea modalităţi de evaluare nu exprimă nimic şi nu pot mulţumi decît pe birocraţi. Sînt de părere că propunerea academicianului Şmidt, ca şi celelalte dealtfel, nu rezolvă problema, iar noi trebuie să

procedăm la o abordare mai largă, la baza căreia trebuie să stea următorul principiu: în știință lucrul cel mai prețios este aspectul creației, așa că planul și bilanțurile trebuie astfel alcătuite, încît să nu stinghereaască libertatea creației, ci s-o susțină.

N-au dreptate acei savanți care consideră că, dată fiind libertatea actului creator, munca de cercetare științifică nu se pretează la planificare deoarece ea se dezvoltă numai spontan. Dacă analizăm chiar și realizările celor mai mari savanți, de exemplu, chiar ale aceluiași Newton, o să observăm că contribuțiile sale creatoare în domeniul mecanicii cerești n-au apărut independent de interesele Angliei și de nivelul științei mondiale din acele vremuri. După cum arată studiile istorice asupra acelei epoci, lucrările sale de mecanică cerească erau legate de expansiunea politicii coloniale a Angliei, ceea ce reclama o dezvoltare corespunzătoare a navigației pe oceanele lumii, o conducere mai sigură a navelor, lucru care, la rîndul său, se baza în acele vremuri pe cunoștințe de mecanică cerească. Lucrările lui Faraday sînt legate atît de dezvoltarea rapidă a științei electromagnetismului, contemporană lui, cît și de dezvoltarea importantă a industriei engleze. Se cunoaște din biografia lui Faraday cu cîtă atenție s-a aplecat el asupra acelor probleme științifice care-i permiteau să rămînă apropiat de cerințele industriei țării sale și să ajute la rezolvarea lor.

Istoria științei arată că pînă și marea creație a fost întotdeauna orientată, iar orientarea ei poate fi determinată din vreme, atît în funcție de exigențele științei mondiale, cît și de exigențele etapei respective de dezvoltare a țării.

În capitalism omul de știință nu are datoria de a-și stabili această orientare. La noi, în condițiile socialismului, unde știința trebuie să fie organizată la scară națională, avem nevoie să precizăm din timp direcția de dezvoltare a diferitelor domenii

ale științei. Noi trebuie să organizăm activitatea oamenilor noștri de știință pe baza unor planuri cuprinzătoare și bine fundamentate, străduindu-ne ca creația lor să fie corelată cu exigențele științei mondiale și cu cerințele țării noastre. Între căutările creatoare ale savantului și prevederile planului nu numai că nu trebuie să fie vreo contradicție, dar planul trebuie să ajute la dezvoltarea liberă și însoțită de succes a marii științe. Dacă acceptăm că aceasta este principala misiune a planului, atunci trebuie să ne opunem strecurării oricăror „mărunțișuri" de control sau financiare în plan. Trebuie să păstrăm în acesta numai valoarea sa de element organizatoric de largă respirație. Sînt de părere că numai în acest fel trebuie să alcătuim planul Academiei de Științe.

Mi se va spune : cum să întocmim un asemenea plan, cîtă vreme nu a fost elaborat încă nicăieri ? E drept, un asemenea plan nu s-a elaborat încă nicăieri, pentru că nicăieri știința nu s-a organizat încă la scară națională, lucru care s-a petrecut într-o țară socialistă. Așadar, tocmai la noi ar trebui să se facă aceasta ; nimeni nu ne va aduce un model realizat, așa că îl vom elabora singuri.

Făcînd un rezumat al celor spuse, eu socot că planurile și dările de seamă trebuie să îndeplinească două funcții importante. Mai întîi, ele trebuie să asigure o activitate coordonată a oamenilor de știință din întreaga țară, iar în al doilea rînd, trebuie să dirijeze dezvoltarea marii științe în corelație cu cerințele dezvoltării țării.

În acest scop nu avem nevoie să elaborăm în detaliu o schemă rigidă de completare a planului sau dării de seamă, ci sînt suficiente niște indicații cu caracter general. Trebuie nu numai să nu-l stingherim pe omul de știință prin impunerea unor tipare, ci trebuie să-i lăsăm toată libertatea în trasarea principalelor direcții ale activității sale și în fundamentarea alegerii acestor direcții. E ușor de văzut că asemenea planuri și dări de seamă pot nu numai să fie utile, ci și interesante.

Pentru îndeplinirea cu succes a acestei cerinţe ar fi mai bine să se unifice planul cu darea de seamă, urmînd ca ele să fie înaintate împreună. Ele nu trebuie separate, aşa cum facem noi în prezent. Prin această alăturare, celui care le citeşte îi va fi mult mai clară valoarea lucrărilor deja efectuate, prin prisma obiectivelor pe care omul de ştiinţă şi le fixează pentru viitor. În acelaşi scop, consider util ca planul să fie unic şi să se refere doar la direcţia principală de urmat; în el nu trebuie cuprinse temele colaterale, nelegate direct de cercetarea principală. Din asemenea planuri şi bilanţuri se va vedea modul în care activitatea de cercetare a Academiei de Ştiinţe răspunde imperativelor ştiinţei mondiale. Şi este important să avem în vedere acest fapt, cîtă vreme ştiinţa noastră reprezintă totodată o parte a ştiinţei mondiale.

Ajunşi în acest punct ne putem aştepta la următoarea obiecţie: cum rămîne atunci cu aspectul financiar al planului, pe ce bază să determinăm volumul fondurilor alocate?

Nu va fi dificil să observăm că planificarea financiară în munca de cercetare poate fi redusă la o schemă foarte simplă, care de fapt se şi aplică la noi, doar că este mascată de către planul tematic. O voi descrie pe scurt.

Să începem cu spaţiile de cercetare ale institutelor. Este bine ştiut că pe o suprafaţă dată a clădirilor poate lucra un număr determinat de lucrători ştiinţifici. E de asemenea bine cunoscut că, într-un anumit domeniu de activitate ştiinţifică, la un anumit număr de lucrători ştiinţifici, trebuie să existe un număr bine determinat de lucrători din personalul tehnic şi, într-o anumită proporţie, lucrători din personalul de serviciu şi administrativ-gospodăresc ş.a.m.d. Toate aceste proporţii sînt bine reglementate, cu abateri de ±5—10%, pe baza lor putîndu-se planifica ploarea activităţilor oricăruia dintre institutele de cercetare.

Să ne referim acum la planificarea sumelor de bani aprobate. Ştim bine că fiecare cercetător cheltuieşte pentru cercetările sale în medie aceeaşi sumă de bani. Dacă este fizician, o anumită sumă, dacă e chimist, o altă sumă, ceva mai mică ş.a.m.d. Aceste cifre vor reflecta, cu o precizie de pînă la cîteva procente, indicatorii băneşti ai mijloacelor folosite de institut pentru lucrările de cercetare.

Aceşti indicatori sînt considerabil mai exacţi şi reproduc mai corect cheltuielile pentru activitatea de cercetare decît acele devize detaliate, atît de răspîndite la noi şi care nu au nici o legătură cu activitatea efectivă.

Dacă pentru o cercetare sînt necesare anumite aparate speciale scumpe, cum ar fi un spectrograf sau un electromagnet puternic, atunci asemenea cheltuieli pot fi făcute pe baza unor devize speciale suplimentare.

Pentru a aprecia cît de bine este organizată munca de cercetare în institut nu trebuie să ne ghidăm după valori absolute, ci după indicatorii relativi: cît la sută din cheltuielile generale reprezintă retribuţiile, apoi cheltuielile administrativ-gospodăreşti, apoi dotarea cu aparatură ştiinţifică ş.a. Cu ajutorul acestor cifre se poate face o mai bună direcţionare a dezvoltării activităţilor institutului. Eu de mult mă folosesc de asemenea indicatori valorici generali în urmărirea cheltuielilor institutului meu.

Serviciile de control financiar ale Academiei de Ştiinţe ar trebui, de asemenea, să se obişnuiască a controla activităţile nu pe baza cifrelor absolute, ci pe baza indicatorilor valorici relativi. A stabili în detaliu cheltuielile reclamate de o activitate creatoare pe baza planului tematic este nu numai absurd, ci poate chiar dăuna progresului ştiinţei. O asemenea cale nu îndreaptă ştiinţa către problemele reclamate de nivelul mondial al cercetărilor şi cerinţele dezvoltării culturale ale ţării, ci duce numai la o inutilă hîrţogărie birocratică.

A TE AFLA ÎN FRUNTE ÎN ȘTIINȚĂ

Referat prezentat la ședința activului Academiei de Științe a U.R.S.S.[1]

1956

De data aceasta mă voi încumeta să vorbesc nu despre domeniul meu specific de activitate, ci despre organizarea activității științifice în Academie, în ansamblu.

Aceasta deoarece pînă acum au luat cuvîntul o serie de tovarăși, care, fiecare în parte, a analizat de pe o poziție critică dificultățile care stau în calea dezvoltării domeniului propriu de activitate, în vreme ce noi avem nevoie să se analizeze critic și felul cum muncim ca un singur mare colectiv, pentru a se pune în lumină neajunsurile muncii noastre în întregul ei.

Faptul că fiecare dintre noi privește în mod critic starea de lucruri din domeniul său este un indiciu al dezvoltării sănătoase a științei noastre și, evident, vom face la fel acum și peste 10 ani și peste 100 de ani, și întotdeauna vom găsi lipsuri ce trebuie înlăturate. Aceasta este în fond dialectica firească a dezvoltării noastre.

Care este, prin urmare, starea științei noastre în momentul de față ?

---

[1] Acest referat a fost citit cu 20 de ani în urmă, cu ocazia discuțiilor asupra reorganizării Academiei de Științe a U.R.S.S. El poate interesa pe cititorul zilelor noastre ca material de referință pentru a-și da seama de transformările petrecute de atunci în activitatea științifică, ca și în aspectele organizatorice ale muncii Academiei. Acești ani au fost marcați de realizări considerabile ale științei noastre, precum lansarea primului satelit și zborul lui Gagarin în cosmos.

Cuvîntarea este dedicată rolului Academiei, în calitatea ei de stat-major al științei noastre. Această chestiune este și în prezent larg dezbătută. Congresul al XXV-lea al P.C.U.S. a indicat: „Să crească rolul Academiei de Științe a U.R.S.S. ca centru al cercetărilor teoretice și coordonator al întregii munci științifice a țării".

După părerea mea, am putea afirma, cu deplină obiectivitate, că nu există vreun domeniu al ştiinţei mondiale pe care savanţii noştri să nu poată astăzi să-l asimileze pe de-a-ntregul. Se poate ca ritmurile noastre să nu fie prea rapide, se poate ca costurile noastre să fie mai ridicate, important este însă că noi putem studia orice problemă, din oricare domeniu al cunoaşterii şi aceasta este o mare realizare a ştiinţei noastre în ansamblul ei. Nu este vorba de lăudăroşenie, afirmaţia aceasta se poate susţine printr-o mulţime de fapte.

Cu toate acestea, numărul domeniilor ştiinţifice în care noi deţinem întîietatea este foarte mic.

Poziţia de lider în ştiinţă îşi are particularităţile sale cu totul specifice. Pentru a ilustra aceasta, voi recurge la o analogie. Să spunem că pe mare se deplasează un convoi de vase — primul vas merge în frunte, al doilea la mică distanţă în urma sa ş.a.m.d. Dar analogia cu convoiul ce înaintează pe o mare liniştită nu este valabilă pentru deschizătorul de drumuri ce înaintează pe o mare îngheţată, căruia nava din frunte îi deschide drum, sfărîmînd gheţurile. Ea trebuie să fie cea mai puternică şi cea care hotărăşte drumul de urmat. Chiar dacă şi aici distanţa dintre prima navă şi cea care o urmează este mică, însemnătatea muncii celei din frunte este cu totul alta.

Dacă am analiza mai multe dintre domeniile ştiinţifice am vedea că numărul celor în care nu sîntem în frunte creşte. Înainte vreme, într-o serie de domenii eram primii, iar acum nu mai sîntem. Viaţa arată că foarte des idei noi pentru ştiinţă se nasc în ţara noastră, dar nu sîntem în stare să le dezvoltăm, să le transpunem în viaţă. De aici putem trage concluzia că în organizarea cercetării noastre ştiinţifice există defecte constitutive. Or, dacă lipsurile ţin de domeniul organizării, atunci ele pot fi înlăturate. Căci dacă ar fi fost vorba de o deficienţă pe terenul ideilor,

nici un fel de organizare n-ar putea s-o înlăture.

Haideţi să ne gîndim cum s-a desfăşurat la noi cercetarea ştiinţifică în ultimii 30—40 de ani.

În acest interval de timp cercetarea aplicativă, din institutele ministerelor sau departamentelor, s-a dezvoltat vizibil mai intens decît cercetarea ştiinţifică a Academiei. Dacă luăm spre exemplu cîteva din domeniile de bază ale ştiinţei, cum ar fi aviaţia, aerodinamica, fizica nucleară, radiotehnica, optica şi comparăm dezvoltarea lor în cadrul ministerelor şi, respectiv, în Academie, va ieşi la iveală că în Academie ele sînt cu mult mai puţin dezvoltate. În ministerele corespunzătoare, cercetările în aceste domenii se desfăşoară la o scară şi beneficiază de mijloace pe care Academia de Ştiinţe nu este în stare să le asigure.

Putem noi atunci să reprezentăm plutonul fruntaş al acestor domenii ale ştiinţei ? Bineînţeles că nu.

Dar problema se mai poate pune şi în alt fel. Poate că, pe măsura dezvoltării industriei noastre, ar fi cazul ca o serie întreagă de direcţii de cercetare să fie complet abandonate de către Academia de Ştiinţe şi predate diferitelor ramuri ale industriei. Aceasta ar însemna ca peste, să zicem, 20 sau 30 de ani, să nu rămînă mai nimic din Academie. Ştiinţa va fi atunci foarte dezvoltată în industrie şi, prin urmare, se va afla foarte aproape de practică. Nimeni nu va mai critica Academia pentru faptul că nu se preocupă de transpunerea în practică a cercetărilor sale.

Evident, o asemenea situaţie este imaginară. Sîntem cu toţii de acord că Academia de Ştiinţe va exista întotdeauna. Ea este necesară în orice orînduire, fie capitalistă, fie socialistă şi, fără nici o îndoială, şi în cea comunistă. De fapt, toată problema constă în a stabili cu multă atenţie principalele sarcini ale Academiei : ce trebuie să facă colectivele de savanţi ale Academiei şi ce nu pot să realizeze unităţile de cercetare din

industrie. Sarcinile Academiei trebuie să fie bine delimitate şi să se dezvolte în mod corespunzător. Ea nu trebuie abătută de la aceste sarcini, pentru ca activitatea ei să fie eficientă. Academia de Ştiinţe să renunţe la tot ceea ce poate fi preluat de industrie. Să încercăm acum să clarificăm care sînt aceste sarcini de bază.

După cum se ştie, ştiinţa se poate descompune într-o serie de domenii. O asemenea diviziune aduce cu cea care funcţionează într-o armată activă între diferitele tipuri de arme: infanteria, artileria, aviaţia, ş.a.m.d. Fiecare dintre aceste arme îşi îndeplineşte partea sa din misiunea strategică generală. Frontul ştiinţei este unic, iar misiunea sa strategică este cucerirea naturii, pentru a o cunoaşte şi transforma în aşa fel, încît să permită dezvoltarea societăţii omeneşti. Omul se deosebeşte de animal în principal prin aceea că animalul se adaptează naturii, în vreme ce omul, cucerind natura, o adaptează pe aceasta nevoilor sale. În aceasta constă principala diferenţă [1].

Chiar dacă împărţirea ştiinţei în mai multe domenii este cumva artificială, prin această împărţire pe specialităţi o putem organiza mai bine.

Mergînd mai departe cu analogia noastră, putem spune că, la fel ca într-o armată, pentru cucerirea naturii este nevoie de un stat-major care să dirijeze întreaga ştiinţă, elaborînd planurile strategice ale dezvoltării sale. Nici nu ne-am putea imagina un alt stat-major pentru ştiinţă decît Academia de Ştiinţe. Aici se află cei mai buni specialişti în toate domeniile, care pot îndruma şi organiza sub raport strategic cucerirea naturii.

---

[1] Importantele perturbaţii ecologice constatate în ultimii ani au amendat în mod esenţial această optică, larg răspîndită în deceniile anterioare. Astăzi sînt prioritare acele tehnologii care duc la o integrare armonioasă a activităţii umane în cadrul natural al planetei şi la ameliorarea acestui cadru natural. — *Nota trad.*

Dacă misiunea de bază a Academiei este de a constitui un asemenea stat-major, atunci este cazul să examinăm în mod critic felul în care ea își îndeplinește această misiune și în ce măsură este ea adaptată unei asemenea sarcini de conducere.

Am impresia că faptul de a nu ocupa poziția de lider în știință, în sensul în care vorbeam mai înainte, se explică tocmai prin aceea că nu ne îndeplinim în mod corespunzător rolul nostru de strateg, sau, mai bine spus, nu asigurăm îndrumarea științei în ansamblul său.

Să analizăm acum locul și felul în care se naște noul în știință. Este bine cunoscut faptul că aspectele esențialmente noi în știință apar, cel mai adesea, acolo unde două domenii diferite vin în contact ; e ca și cum ele s-ar fecunda unul pe celălalt, dînd naștere noului.

Cu puțin timp mai înainte a luat aici cuvîntul academicianul V. V. Vinogradov. El este filolog, dar ne-a vorbit despre utilizarea mașinilor electronice pentru traducerea automată. Filologii au început să se intereseze de această nouă ramură a electronicii și să se ocupe de ea laolaltă cu fizicienii și matematicienii.

Există apoi multe exemple de aplicare de către fizicieni a metodelor lor în biologie. Așa ia naștere o nouă direcție de cercetare, cum este de pildă genetica.

Unde ar putea să se grupeze, pentru a lucra împreună, oameni de știință din domenii diferite, dacă nu în Academie ? Crearea condițiilor pentru o fertilizare reciprocă a domeniilor științei este una dintre sarcinile de bază căreia trebuie să-i facă față Academia de Științe. În cadrul acestei sarcini trebuie acordate largi posibilități de intervenție a chimiștilor în biologie, a fizicienilor în chimie, a matematicienilor în economie și tehnică ș.a.m.d. Pe această cale în unitățile Academiei de Științe vor lua naștere noi domenii de activitate științifică și se vor dezvolta noi direcții de cercetare.

Viața mai arată că noul este creat cel mai frecvent de către tinerii oameni de știință, de tinerii cercetători, iar pentru ca ei să poată să dezvolte cu succes noile direcții în știință, trebuie să fie susținuți. De cele mai multe ori pe aceștia îi caracterizează timiditatea, care îi stînjenește la risipirea scepticismului mediului conservator în care se găsesc. Din aceste motive, sprijinul moral acordat tînărului om de știință este de obicei foarte important, mai important chiar decît stimulul material. Or, nimeni nu poate oferi tînărului cercetător un suport moral mai autorizat decît savanții recunoscuți aflați în unitățile Academiei de Științe.

Și mai important pentru Academie este ca ea să se ocupe de la început de cercetările la care există riscul eșecului, sau la care nu se știe destul de bine care va fi rezultatul. Asemenea lucrări au nevoie de obicei de un climat special, protector. Este deci sarcina Academiei să ia asupra sa acest risc, dat fiind că asemenea cercetări, în caz de reușită, furnizează rezultate dintre cele mai noi și mai importante.

Răspunde acum Academia noastră tuturor acestor cerințe? Funcționează ea oare ca un factor de creație colectivă, sau acționează după modelul organizațiilor de tip birocratic?

Este în afară de orice discuție că pentru a realiza o conducere prin idei și o îndrumare strategică a științei, oricare organizație are nevoie de autoritate. Se știe bine că autoritatea savantului nu se întemeiază pe eventuala sa poziție în ierarhia administrativ-birocratică. Faptul că firma noastră academică are o vechime de peste 200 de ani încă nu conferă autoritate academicienilor. De autoritate se bucură numai cei care au dobîndit recunoașterea generală. Tocmai de aceea e foarte bine că Academia se compune din academicieni aleși prin vot secret, căci — după cum se știe — organismele alese se bucură întotdeauna de mare autoritate. Dar pentru ca alegerile să fie cu adevărat eficiente, trebuie să fie aleși cei mai buni oameni de știință; acest

lucru este posibil doar atunci cînd cei aleşi sînt deja recunoscuţi ca savanţi. Şi pentru a-i cunoaşte din vreme pe cei pe care îi alegem, este necesar să le creăm în cadrul Academiei o tribună de la care să-şi expună teoriile şi cunoştinţele, dispunînd astfel de o cale pentru a-şi cîştiga preţuirea comunităţii ştiinţifice. Acest sistem funcţionează defectuos la noi.

Trebuie să reamintim acum îndatoririle membrilor Academiei de Ştiinţe. Titlul de academician nu se acordă doar pentru a satisface o ambiţie personală, ci el pune pe umerii omului de ştiinţă însemnate îndatoriri sociale, dintre care cea mai importantă este aceea de a milita pentru progresul rapid al ştiinţei. Cel care a fost ales în rîndurile academicienilor nu se poate limita la munca din laboratorul său, ori la cea de la masa lui de lucru. El este obligat din punct de vedere moral să participe la viaţa comunităţii academice şi să se îngrijească de bunul mers al ştiinţei în întregul ei. Fără asemenea îndatoriri nu vom avea la noi în ţară o ştiinţă avansată. Numai în acest fel Academia va putea să realizeze o conducere strategică a întregii munci de cercetare din ţara noastră şi să fie efectiv statul major în bătălia de cucerire a naturii.

Se observă, fără vreun efort deosebit că, astăzi, Academia, departe de a realiza această îndrumare prin idei a creaţiei ştiinţifice, funcţionează după modelul unui minister, al unei organizaţii birocratice.

Ca exemplu, la 20 februarie 1956, s-a emis o circulară prin care directorii institutelor erau obligaţi să prezinte pentru aprobare programul lor zilnic de lucru! Or, eu de pildă, nu ştiu cum îmi voi distribui timpul unei zile oarecare de muncă — cît voi sta în laborator sau cînd voi fi în cabinetul meu — toate acestea depind de mersul cercetărilor mele! Prin circulara amintită, secretarul Academiei era însărcinat să aprobe şi să verifice respectarea programului prevăzut.

Cum trebuie deci să se alcătuiască darea de seamă asupra activităților Academiei de Științe?

După cum mi se pare, într-o instituție științifică de cel mai înalt rang, această dare de seamă ar trebui să fie structurată cam așa: în știința mondială s-au obținut în ultimii ani următoarele realizări; ce rol a jucat știința noastră pe această linie și ce a făcut Prezidiul Academiei pentru ca știința noastră să nu rămînă în urmă, ci să ocupe un loc de frunte? În practică, însă, se recurge la o apreciere tipic birocratică: cutare sau cutare dintre institute nu și-a îndeplinit planul cu atîtea sau atîtea procente; un altul nu a predat atîtea sute de coli tipografice din activitatea sa editorială; dar despre conținutul și cauzele reale ale nerealizărilor, nici un cuvînt. O asemenea dare de seamă s-ar putea potrivi unui minister, dar în nici un caz unei activități de creație.

Articolul 31 din Statutul Academiei de Științe stabilește că darea de seamă trebuie discutată și apoi aprobată de adunarea generală a Academiei. În realitate însă noi nu discutăm niciodată cu adevărat acest raport, ci îl aprobăm într-o manieră absolut formală, ceea ce pune Academia de Științe în poziția unui organ birocratic, care, evident, nu poate să realizeze o conducere de idei a științei noastre și să-i asigure poziția de lider...

Atmosfera necorespunzătoare din comunitatea noastră științifică se vede și din prea puțina importanță pe care academicienii o acordă întrunirilor noastre științifice. De exemplu, A. N. Nesmeianov pleacă în Anglia, unde ține o comunicare la Societatea regală (Academia de Științe engleză). Am la mine raportul anual al Societății regale. În el este citată comunicarea prezentată de N. A. Nesmeianov acolo. Nouă, membrilor Academiei sovietice de Științe, Aleksandr Nicolaevici nu ne-a vorbit niciodată despre interesantele sale lucrări, dar iată că englezilor le-a vorbit.

La fel a procedat în Anglia și I. V. Kurceatov, vorbind despre cercetările pe care institutul

său le-a efectuat în domeniul proceselor termonucleare, lucrări despre care nouă nu ne-a relatat niciodată. Mai putem aduce o serie de exemple, dar şi acestea sînt destule.

În curînd, preşedintele Societăţii regale ne va face o vizită de răspuns. Vom putea noi oare să-i organizăm o discuţie interesantă în domeniul biologiei ? Lordul Adrian este unul dintre marii savanţi ai vremii noastre ; dacă sîntem cu adevărat o instituţie de o înaltă ţinută ştiinţifică, atunci s-ar cuveni să organizăm o dezbatere, în care să criticăm, după cum adesea ne face plăcere, idealismul concepţiilor sale.

După cum sper că v-aţi dat seama, critica la care am recurs are ca scop înlăturarea neajunsurilor existente. Tocmai de aceea voi continua prin a face propunerile care, după părerea mea, ar putea îmbunătăţi activitatea Academiei de Ştiinţe şi ar face să crească influenţa ei asupra dezvoltării ştiinţei noastre.

Permiteţi-mi, dacă preşedintele şedinţei noastre îmi va îngădui, să vă relatez în linii mari despre modul în care conducerea ştiinţei se împacă în academiile engleză şi americană cu activităţile administrative. Desigur, nu se pune problema ca noi să urmăm în întregime exemplul lor, dar, ştiut fiind că în aceste ţări există o ştiinţă bine dezvoltată, este foarte util pentru noi să luăm cunoştinţă despre felul în care se efectuează acolo conducerea strategică a ştiinţei.

În Anglia rolul Academiei de Ştiinţe este deţinut de Societatea regală. Fiind membru al acestei societăţi, primesc anual raportul său de activitate. Fie vorba între noi, nici mie, nici celorlalţi academicieni, Academia noastră de Ştiinţe nu ne remite niciodată vreun raport asupra activităţii sale. În afară de raport, Societatea regală îmi trimite şi programarea întrunirilor sale ştiinţifice. Au loc circa douăzeci de dezbateri pe cele mai diverse teme. Acestea sînt alese din vreme. Iată, cu titlu de exemplu, cîteva dintre cele care au fost discutate în cursul anului 1955 : „Stabilitatea hibrizilor", „Magnetohidrodinamica".

„Bilanțul de radiație în atmosferă" și altele. Aceasta este tematica adunărilor generale ale Societății regale. Referatele sînt alese în funcție de problemele cele mai actuale care ar putea să intereseze comunitatea științifică. În plus, în Societatea regală există o tradiție, conform căreia, în afara referentului oficial, sînt invitați cel puțin încă doi savanți de frunte să realizeze oponența; o asemenea practică asigură o dezbatere foarte vie a problemelor.

Sînt de părere că Academia noastră de Științe ar trebui să țină seama de această experiență și să acționeze pentru ridicarea nivelului dezbaterilor ce privesc problemele științifice de interes larg, atît în cadrul ședințelor noastre plenare, cît și în ședințele Prezidiului Academiei de Științe.

Academia de Științe britanică nu are nici un fel de organe administrative, nici institute de cercetări, nici garaje, nici constructii, ci doar o serie de publicații științifice care se distribuie gratuit membrilor ei. În acest fel, principala sa activitate constă în conducerea ideilor științei. Pentru organizarea și dezvoltarea activităților științifice, în Anglia există Direcția generală pentru cercetări științifice și industriale. Ea are o organizare de tipul ministerelor și finanțează și controlează o parte importantă a lucrărilor de cercetare care se execută în Anglia. Această direcție dirijează foarte puține institute, ea fiind preocupată în principal de organizarea și susținerea lucrărilor de cercetare pe teme bine precizate, realizate de instituțiile de învățămînt superior și de către marii savanți individual. Acest lucru noi nici nu-l facem, interesîndu-ne extrem de puțin de activitatea științifică a institutelor de învățămînt superior, munca lor fiind de cele mai multe ori ruptă de activitatea institutelor Academiei. Activitatea științifică din învățămîntul superior, care în principiu are același caracter ca și munca noastră, trebuie să fie unificată cu activitățile Academiei, să fie pusă sub aceeași conducere din punctul de vedere al ideilor de bază.

Acum să vă spun cîteva cuvinte despre Academia națională de Științe din Statele Unite ale Americii. În multe privințe activitatea ei este asemănătoare cu cea a Societății regale. Sînt membru și al acestei Academii, care îmi trimite și ea rapoartele și publicațiile sale. Structura acesteia este întrucîtva diferită. Academia de Științe îndeplinește doar rolul de îndrumător — prin idei — al lumii științifice americane, de partea administrativă ocupîndu-se tot un organism public, așa-numitul Consiliu național al cercetării. Astfel, nici acolo conducerea științifică nu este amestecată cu administrația.

E drept, se cuvine să remarcăm că în țările capitaliste administrarea se efecutează mult mai simplu decît la noi, acolo nefiind necesar să deții o întreagă gospodărie — clădire proprie, garaj propriu și celelalte. În locul acestora, este suficient să ai mijloace bănești, toată activitatea realizîndu-se de fapt de către firme, pe bază de contracte.

După părerea mea, o asemenea separare între conducerea ideilor și munca administrativă trebuie introdusă și la noi, la Academia de Științe. Nu este cu putință să creăm un Prezidiu al Academiei de Științe care să se ocupe cu același succes de gospodărie, de investiții, de finanțe și de îndrumarea științifică a întregii științe sovietice. Aceste funcții trebuie separate.

În acest scop eu propun să se creeze un Prezidiu căruia să i se încredințeze numai conducerea științifică a cercetării și, eventual, selecția cadrelor și activitatea de informare științifică. El nu va trebui încărcat cu nimic altceva. Un asemenea Prezidiu trebuie să fie format din savanți care să realizeze în modul cel mai competent îndrumarea științifică a activității de cercetare și a vieții științifice a Academiei în general, pe calea dezbaterilor în ședințele plenare sau lărgite ale Prezidiului. Nu sînt de părere să împărțim Academia și să creăm și la noi un Minister al cercetării ; ar fi încă prematur și poate că nu va fi necesar niciodată. Dar ceea ce e necesar, este să

creăm în Academie un consiliu administrativ-gospodăresc, care, fiind răspunzător în faţa Prezidiului, să funcţioneze ca organ de-sine-stătător, care să se ocupe numai cu activitatea financiară, administrativă, cu investiţiile, locuinţele etc., adică cu toată gospodăria ştiinţifică şi socială a Academiei de Ştiinţe. Un asemenea organ nici nu trebuie în mod obligatoriu să fie compus numai din membri ai Academiei de Ştiinţe.

Concret, propun să facem din Prezidiul Academiei un organism învestit cu adevărat cu maximă autoritate ştiinţifică, care să conducă ştiinţa noastră în planul ideilor şi, bineînţeles, să acorde consultaţiile necesare guvernului în toate chestiunile care reclamă o evaluare ştiinţifică ; în paralel, să creăm un cu totul alt organ, administrativ. Iar pentru ca birocraţii să nu ajungă să-i călărească pe învăţaţi, acest organ trebuie să fie răspunzător în faţa Prezidiului, care dealtfel să-i stabilească şi componenţa.

CERCETĂRILE ŞTIINŢIFICE INTERDISCIPLINARE

Articol apărut în ziarul „Pravda"
1957

La elaborarea noilor forme organizatorice pentru cercetarea ştiinţifică şi tehnică şi pentru introducerea progresului tehnic, trebuie luată în consideraţie şi experienţa care s-a acumulat în ultimii ani, legată de dezvoltarea furtunoasă a ştiinţei şi tehnicii. Această experienţă mi-a arătat că rezolvarea prin metode ştiinţifice a problemelor tehnice de mare anvergură este cu mult mai eficientă atunci cînd activităţile tehnico-ştiinţifice se organizează prin cu totul alte metode decît cele considerate ca normale pînă recent. Cum însă despre aceste sisteme organizatorice s-a

vorbit la noi încă prea puțin și nu tocmai exact, mă voi opri asupra lor ceva mai pe-ndelete.

Înainte de toate voi enumera, în ordine cronologică, principalele etape pe care le-a parcurs știința noastră în dezvoltarea sa la scară națională.

Importanța înrîuririi științei asupra tehnicii și economiei naționale a fost de mult înțeleasă. La început, cercetările științifice se desfășurau în laboratoarele universităților sau ale altor unități de învățămînt superior analoage. Către sfîrșitul secolului trecut, activitatea științifică a căpătat o asemenea amploare, încît au început să se creeze laboratoare independente și institute de cercetări. În aceste institute și laboratoare munca de cercetare era organizată pe domenii bine definite ale cunoașterii: fizică, chimie, biologie, astronomie ș.a.m.d. În continuare s-a ivit necesitatea creării unor instituții științifice cu un caracter mult mai specializat. De exemplu, din institutele de fizică au început a se desprinde institute pentru acustică, cristalografie, optică ș.a., iar din institutele de chimie, institute de chimie fizică, de chimie organică etc.

Necesitatea unei mai strînse legături între știință și practică s-a făcut mai puternic simțită la începutul acestui secol și mai ales după primul război mondial. În acea perioadă, marile uzine metalurgice, electrotehnice și de altă natură au început să-și organizeze laboratoare uzinale proprii, în care se rezolvau probleme curente, legate de introducerea în producție a noilor cuceriri ale științei și tehnicii. Necesitatea dezvoltării continue a acestor laboratoare uzinale a determinat transformarea lor în mari institute de cercetări, activînd în domenii bine determinate ale tehnicii. În străinătate, asemenea institute funcționează pe lîngă marile corporații, iar la noi de obicei pe lîngă ministere. Noi le numim institute de ramură.

În instituțiile științifice și în unitățile de cercetare de ramură din oricare țară avansată lucrează colective de mii de persoane, fiind antrenați în această activitate oameni dintre cei mai

dotați și capabili. Pentru necesitățile acestor unități se cheltuiesc sume importante. Numărul și dimensiunile acestor institute cresc fără încetare. Trăsătura caracteristică a tuturor acestor unități este organizarea muncii lor științifice pe domenii ale cunoașterii, această organizare corespunzînd pînă nu de mult cerințelor vieții.

În ultimul deceniu însă viața a impus din ce în ce mai mult necesitatea rezolvării unor probleme științifice și tehnico-științifice de mare anvergură, care de la început au acoperit mai multe domenii ale cunoașterii. Să luăm, de exemplu, construirea unui avion care să zboare folosind energia atomică. Pentru realizarea lui e nevoie de fizicieni atomiști, termotehnicieni, specialiști în aerodinamică, în tehnologia construcțiilor de mașini, în metalurgie etc.

Asemenea probleme sînt numite în mod obișnuit probleme interdisciplinare. Însă, dacă analizăm problemele care stau actualmente în fața științei și tehnicii, iese la iveală faptul că toate aceste probleme, cu puține excepții, pot fi socotite, într-o măsură mai mare sau mai mică, pluridisciplinare. Evident, rezolvarea unei probleme interdisciplinare nu este în puterile unui singur institut specializat. De obicei, la noi, aceste probleme se rezolvă în următoarea manieră. Există întotdeauna o parte, care este cea mai interesată. Aceasta preia de obicei inițiativa și coordonarea lucrării. Munca se distribuie pe subteme precizate între diferite institute sau alte unități.

În condițiile unui anumit sprijin și din partea organelor centrale, de coordonare, un asemenea sistem de organizare este destul de eficient. Dar se poate observa cu ușurință că procedeul, în afară de faptul că este greoi, mai are și o serie de alte serioase neajunsuri. Păcatul principal constă în împrăștierea cercetătorilor și în lipsa unor contacte sistematice între ei. Se ajunge la o diminuare a entuziasmului și a concentrării efortului pe obiectivele principale, elemente atît de necesare unei activități creatoare eficiente.

Viaţa însă sugerează calea de ieşire dintr-o asemenea situaţie. Există deja un număr de exemple care arată că, în toate cazurile cînd pentru rezolvarea unei probleme ştiinţifice sau tehnice interdisciplinare s-a ajuns la crearea unei structuri organizatorice unice şi de-sine-stătătoare, compusă din oameni de ştiinţă şi ingineri de diverse specialităţi, dar avînd un ţel comun, aceasta a funcţionat cu succes. La noi, un asemenea exemplu a fost constituirea acelei unităţi care a avut ca obiectiv intensificarea unor procese tehnologice din metalurgie şi din alte domenii, cu ajutorul oxigenului. Ce e drept, în acest caz, însăşi viaţa ne-a obligat ca, pentru o problemă de asemenea amploare să creăm o unitate de-sine-stătătoare. Dar, de fapt, nimic nu ne împiedică să aplicăm această concepţie la rezolvarea problemelor semiconductorilor, oţelurilor refractare, polimerilor ş.a.m.d.

În acest fel, paralel cu existenţa institutelor de cercetare de profil şi a birourilor de proiectare, care lucrează fiecare într-un anumit domeniu, tehnic sau ştiinţific, a sosit timpul să creăm unităţi de dimensiuni mai mari sau mai mici, pe probleme tehnico-ştiinţifice interdisciplinare. Fiecare dintre acestea va avea ca scop rezolvarea unei probleme de actualitate bine determinată. Dacă va fi nevoie, aceste unităţi vor putea să includă propriile lor institute de cercetări, laboratoare, birouri de proiectare, ateliere sau uzine experimentale şi altele.

Pentru ca fiecare dintre aceste unităţi să-şi îndeplinească cu succes misiunea, ele nu trebuie să fie concepute ca o structură organizatorică cu funcţionare nelimitată în timp, ci ca una creată doar pentru perioada atingerii obiectivului, chiar dacă această perioadă este de numai cîteva luni sau de cîţiva ani. Avînd un caracter vremelnic, ele vor putea fi organizate, după nevoi, chiar în zonele în care problema ce trebuie rezolvată este mai actuală şi mai aproape de cerinţele reale ale vieţii.

O asemenea abordare nu reclamă eforturi materiale sau financiare deosebite. Marele efort va consta însă în reeducarea unora dintre cercetătorii noştri, care au tendinţa de a se stabiliza în anumite institute, fiindu-le mare teamă să se despartă de ele.

Trebuie să cultivăm şi să încurajăm la oamenii de ştiinţă şi la inginerii de frunte o anumită mobilitate. O structură organizatorică adaptată la rezolvarea anumitor probleme tehnico-ştiinţifice poate fi ilustrată în mod plastic prin exemplul detaşamentelor mobile, alcătuite din subunităţi militare de diverse arme. Unui asemenea detaşament de arme întrunite i se atribuie o misiune operativă determinată, după îndeplinirea căreia urmează a se proceda la o reorganizare, corespunzător cu cerinţele misiunilor următoare.

Indiscutabil, paralel cu aceste organizaţii ştiinţifice constituite pentru anumite obiective, vor trebui să fiinţeze şi institutele specializate, de profil, atît ale Academiei de Ştiinţe, cît şi cele de ramură de pe lîngă marile întreprinderi sau organe centrale. Unităţile tehnico-ştiinţifice „de obiectiv" nou create vor trebui să preia de la institutele de profil tematica ce le este străină şi le încarcă, precum şi personalul în exces. Se va acorda astfel institutelor de profil posibilitatea să se concentreze pe probleme ştiinţifice de mare importanţă.

Sînt încredinţat că o asemenea concepţie de organizare a muncii, pe obiective, va trebui să stea la baza rezolvării problemelor tehnico-ştiinţifice nu numai aplicative, ci şi teoretice, în ştiinţă, şi că ea va trebui să-şi exercite influenţa asupra organizării activităţilor de cercetare din Academia de Ştiinţe. Faptul că organizarea pe obiective va fi eficace şi în acest caz se vede şi din aceea că, astăzi, problemele ştiinţifice cele mai interesante şi de avangardă se nasc acolo unde se intersectează cîteva domenii ale cunoaşterii, cum ar fi: biologia cu chimia şi fizica, sau radiofizica cu astronomia etc. Necesitatea abor-

dării pluridisciplinare a problemelor științifice complexe se poate susține și prin exemplul regrupării activităților și savanților pe obiective din tematica generală de cercetare, care a avut loc nu de mult în Academia de Științe a U.R.S.S. Nu numai că o asemenea unificare s-a dovedit posibilă, dar s-a făcut cu ușurință și a fost viu susținută de comunitatea noastră științifică.

EXPERIMENT, TEORIE, PRACTICĂ

Extras din cuvîntarea rostită la ședința plenară a Academiei de Științe a U.R.S.S.

1962

Ceea ce vreau să evidențiez este, de astă dată, lipsa de corelare dintre dezvoltarea cercetării teoretice și a celei experimentale și lipsa legăturii necesare dintre teorie și practică.

Evident, mă voi opri în principal asupra științelor fizico-matematice. Or, nu este de loc greu de observat că la noi are loc o rămînere în urmă a fizicii experimentale în comparație cu fizica teoretică. Să luăm de exemplu lucrările prezentate pentru obținerea premiului Lenin pe 1962: există numeroase lucrări de matematică, de fizică teoretică, dar nici una de fizică experimentală. Eu sînt redactor al revistei de fizică experimentală și teoretică, așa că știu foarte bine că majoritatea lucrărilor ce ne sînt adresate se referă la fizica teoretică. Raportul este de ordinul a 1 : 4 sau 1 : 3.

Rămînerea în urmă a fizicii noastre experimentale se mai poate vedea și comparînd fizica noastră cu cea din străinătate.

Să luăm, de pildă, fizica nucleară. Este bine cunoscut faptul că, deși dotarea noastră este bună sub raport tehnic în acest domeniu, rezultatele experimentale sînt mai slabe. Practic, din numărul

mare de particule care au fost descoperite, partea leului revine fizicienilor de peste hotare.

Cît privește însă cercetările teoretice, aici, ca și în matematici, fizica noastră teoretică sau fizica matematică, în multe din domeniile lor de bază, ne arată că sînt în frunte și ocupă locul cuvenit în știința mondială.

Situația este exact inversă față de ceea ce se petrece în S.U.A., unde cercetările experimentale se dezvoltă în dauna cercetărilor teoretice, fapt ce s-a văzut încă de acum 20 de ani, cînd a început să se dezvolte în S.U.A. fizica nucleară, fiind necesară realizarea bombei atomice. Pentru ca să poată atinge acest obiectiv, americanii au fost nevoiți să „importe" din Europa o mulțime de fizicieni teoreticieni.

După cum se știe, pe vremea cînd noi rezolvam aceleași probleme ale fizicii atomice, fizicienii noștri teoreticieni erau pe deplin pregătiți și calificați în măsură satisfăcătoare pentru ca să îndeplinim asemenea sarcini repede și în manieră independentă. În ultimii ani fizica teoretică din S.U.A. s-a consolidat și astfel decalajul s-a micșorat.

Un indiciu al rămînerii în urmă al științelor experimentale este și faptul că tinerii, terminînd facultățile, fac eforturi pentru a ajunge să lucreze în cercetările teoretice.

Această rămînere în urmă a fizicii experimentale reprezintă un factor extrem de serios, ce va frîna din ce în ce mai mult dezvoltarea echilibrată a fizicii la noi. Ruptura dintre teorie și experiment, dintre teorie și viață, dintre teorie și practică, este un simptom foarte alarmant al părăsirii căii de dezvoltare normală a științei. Fenomenul pe care-l constatăm la noi în prezent — ruperea științelor teoretice de viață, pe de o parte, ca și calitatea nesatisfăcătoare a cercetărilor experimentale pe de altă parte — este nimicitor pentru dezvoltarea armonioasă a științei noastre și, după cum mi se pare mie, el se produce nu numai în fizică, ci și într-o serie de alte domenii ale științelor naturii.

Trebuie să adoptăm şi să înfăptuim măsurile necesare pentru a ridica nivelul fizicii noastre experimentale. Bineînţeles, mai întîi trebuie să lămurim cauzele ce frînează dezvoltarea fizicii noastre experimentale şi împiedică o conectare normală a ştiinţelor teoretice la problemele vieţii. Se cuvine să stabilim de la început un diagnostic corect pentru bolnav, căci atunci leacul se impune aproape de la sine.

După cum ştim cu toţii din istoria fizicii, împărţirea fizicienilor în teoreticieni şi experimentatori este de dată foarte recentă. Odinioară, nu numai Newton sau Huygens, ba chiar şi teoreticieni precum Maxwell îşi verificau singuri, pe cale experimentală, teoriile. Astăzi, doar în cazuri excepţionale teoreticianul elaborează un experiment pentru a-şi controla deducţiile. Cauza fenomenului este simplă. Tehnica experimentală s-a complicat în mare măsură. Ea reclamă eforturi însemnate pentru executarea experienţelor. De obicei, aceasta nu mai stă în puterile unui singur om şi atunci lucrarea se execută prin forţele unui întreg colectiv de cercetători.

Într-adevăr, asemenea echipamente complexe precum sînt acceleratoarele, instalaţiile de lichefiere, schemele electronice complicate, reactorii ş.a. impun prezenţa unui număr mare de lucrători ştiinţifici, care să ducă la bun sfîrşit o experienţă. Acesta este motivul pentru care un fizician teoretician nu poate să-şi verifice singur concluziile sale teoretice şi ajunge, cum s-ar zice, „la mila" experimentatorilor, aşteptînd ca aceştia să-i verifice în practică propunerile sau conceptele.

Iată pe ce cale se naşte neconcordanţa dintre volumul cercetărilor teoretice şi posibilităţile de studiere experimentală a rezultatelor lor. De aceea, un teoretician va putea, de cele mai multe ori, să publice într-un an mai multe lucrări, să zicem patru, în vreme ce pentru verificarea lor experimentală se cere în mod obişnuit un an sau un an şi jumătate, dat fiind că pentru această operaţie muncesc un grup, să zicem, de cinci

oameni ; iată de ce raportul normal este de 20—30 de experimentatori la un teoretician. Desigur, cele spuse schematizează foarte mult procesul, dar pe această cale am căpătat o idee generală asupra corelației ce trebuie să existe între numărul de teoreticieni și cel al experimentatorilor.

În momentul de față avem un număr aproximativ egal de teoreticieni și de experimentatori. Rezultatul acestei situații este că majoritatea concluziilor teoretice nu sînt verificate în practică. Teoreticienii încep a se abate de la tradiția de a acorda valoare deplină unei lucrări teoretice numai după ce ea a fost aplicată în viață. Teoria începe a se dezvolta pe propriul său eșafodaj, valoarea sa constituindu-se în cel mai bun caz pe baza considerentelor de metodă și a celor estetice.

Pentru o dezvoltare armonioasă a științei este nevoie ca teoria să nu se rupă de practică, iar asemenea lucru se obține numai cînd teoria este susținută de existența unei baze materiale cu o dezvoltare corespunzătoare. De ce oare nouă ne lipsește aceasta ? De ce la noi un număr atît de mic de oameni se îndreaptă spre activitățile experimentale, iar acestea sînt atît de prost organizate ? Răspunsul este relativ simplu : în condițiile existente la noi, munca experimentatorului este cu mult mai grea și mai puțin „rentabilă". În caz de nereușită a cercetării sale, experimentatorul nu pierde doar două-trei luni, asemeni teoreticianului, ci cîte odată chiar un an, un an și jumătate, cît cere de obicei ducerea la bun sfîrșit a unei experiențe complexe. Munca experimentatorului necesită un efort considerabil mai mare decît al teoreticianului ; el trebuie nu numai să stăpînească pe deplin teoria respectivă, ci să și posede o serie întreagă de deprinderi practice în lucrul cu aparatele, să formeze un colectiv închegat și eficient, iar de multe ori experiențele îi cer să lucreze neîntrerupt zile și nopți la rînd ; toate acestea duc la rezultatul că recunoașterea experimentatorului ca om de știință cu o anu-

mită valoare științifică are loc sensibil mai tîrziu decît în cazul fizicianului teoretician.

Pentru a putea prezenta spre susținere o teză de doctorat care să aibă la bază o cercetare realizată de un întreg colectiv de lucru, experimentatorul trebuie să separe o parte, care să treacă drept contribuția sa personală și care contribuție să fie confirmată ca atare de către conducătorul său de doctorat. Sare în ochi faptul că o asemenea cerință contravine spiritului colectiv de muncă în echipa de cercetare, în condițiile în care oamenii dintr-un asemenea colectiv fac un sistematic schimb de experiență și de idei, se ajută, ba chiar se înlocuiesc unul pe altul. Adjudecarea unei „contribuții personale" în scopul susținerii unei teze de doctorat va veni, prin urmare, ca o acțiune contrară, sau cel puțin de frînare a efortului colectiv al echipei de cercetare. Toate acestea contribuie la îndepărtarea multora de activitatea experimentală.

Coordonatorul unei asemenea echipe de cercetare aplicativă este și el pus în situații delicate. El poartă răspunderea pentru realizarea lucrării, dar cum deseori el nu participă efectiv la executarea acesteia, se apreciază de multe ori că nu este cazul ca numele său să apară pe lista colectivului de autori. Evident, tinerii, pînă la o maturizare corespunzătoare, au tendința de a subestima rolul coordonatorului de lucrare, deși el este cel care selectează și încheagă colectivul, distribuie sarcinile între membrii acestuia și triază ideile valoroase, combătînd pe cele deficitare. Fără nici o discuție, rolul conducătorului este absolut esențial. În cercetarea contemporană rolul pe care-l îndeplinește acesta poate fi foarte bine asemănat cu cel al regizorului : el este cel care realizează spectacolul, chiar dacă pentru aceasta nu apare personal pe scenă.

În teatrul sau cinematografia contemporană importanța hotărîtoare a regizorului în realizarea spectacolului sau a filmului este unanim recunoscută. Dar, în cercetarea noastră actuală rolul hotărîtor al conducătorului de colectiv este de-

parte de a fi recunoscut ca atare, și de aceea nici nu se creează condițiile atît de necesare pentru activitatea lui, iar munca sa se desfășoară intr-un context nepotrivit. Din această cauză astăzi, cu mare greutate reușim să convingem cercetătorii cu adevărat capabili să ocupe posturile de conducere a laboratoarelor sau de directori de institute. Aceste funcții sînt ocupate cel mai adesea de oameni cu deprinderi de administratori, fără putere de creație științifică, iar ca rezultat al acestei practici, colectivele încep să funcționeze defectuos, lucru ce duce la scăderea calității cercetărilor experimentale, despre care am pomenit încă de la începutul acestei cuvîntări.

În domenii importante ale fizicii experimentale contemporane cum sînt cercetarea spațiului cosmic, studiile asupra plasmei, fizica nucleară sau realizarea acceleratorilor de particule, colectivele sînt de obicei numeroase și deci misiunea conducătorului este hotărîtoare, alegerea sa corespunzătoare putînd condiționa succesul cercetărilor.

În activitatea sa, teoreticianul folosește ca unelte de producție doar creionul și hîrtia, ba cîteodată nici măcar pe acestea. (Să nu uităm, de pildă, că Euler, după ce își pierduse vederea, și-a construit mental toate lucrările sale, fundamentale pentru matematică.)

Experimentatorul are însă nevoie de o bună înzestrare materială, o încăpere cu instalații speciale, cu multiple posibilități, o gamă largă de aparate, posibilitatea de a i se executa unele comenzi speciale, materiale mai puțin curente, ateliere, un personal de laborator experimentat și multe alte asemenea lucruri. Ritmul de realizare și reușita cercetărilor sale sînt condiționate de calitățile acestei baze materiale. Acum vreo zece ani baza noastră materială era mai slabă decît în laboratoarele străine; acum ea este cu mult îmbunătățită, dar nu a atins încă nivelul necesar și de aceea continuă să frîneze desfășurarea cercetărilor experimentale și le face mai puțin atrăgătoare pentru cercetător.

Din cele arătate rezultă cu tărie temeiurile pentru care tineretul nostru năzuieşte către activităţi teoretice, motivele pentru care a apărut la noi o asemenea neconcordanţă între cercetarea teoretică şi cea experimentală şi pentru care în ţara noastră se constată o rupere a teoriei de practică. Dacă vom fi de acord cu diagnosticul pe care eu l-am prezentat în cele deja spuse, atunci măsurile necesare pentru vindecarea maladiei nu vor fi greu de găsit. Ele ar putea fi rezumate la ideea de a crea experimentatorului în general şi conducătorului echipei de cercetare experimentală în particular asemenea condiţii, încît munca lor să devină cel puţin la fel de atrăgătoare ca munca teoreticianului. Va trebui să adaptăm sistemele organizatorice din activitatea noastră de cercetare la desfăşurarea muncii în colectiv şi să stimulăm utilizarea acestui stil de muncă. Măsurile pentru încurajarea acestui stil pot să fie atît de ordin material, cît şi moral.

Doar ca un exemplu ne putem gîndi la sistemul de premiere a cercetărilor experimentale, sau la simplificarea procedurilor pentru ca să putem acorda titluri ştiinţifice mai multor autori pe baza unei singure teze de doctorat, elaborate în colectiv ş.a.

Cele ce au fost spuse cu privire la fizică pot fi transpuse corespunzător şi la celelalte domenii ale ştiinţelor naturii. Să nu uităm că îndepărtarea teoriei de experiment, de practică, este dăunătoare pentru teorie în primul rînd.

Aş putea spune că o rupere de experienţă, de viaţă, s-a produs chiar şi în rîndul filozofilor, al acelora care se ocupau de problemele filozofice ale ştiinţelor naturii. Exemplul cel mai clar de rupere de viaţă, de experienţă, a unor filozofi poate fi considerată poziţia acestora faţă de cibernetică, în ultimii ani ai deceniului patru şi în primii ani ai deceniului cinci, cînd în dicţionarele noastre filozofice cibernetica era denumită o pseudoştiinţă reacţionară...

Dacă oamenii noştri de ştiinţă s-ar fi situat şi ei pe o asemenea poziţie putem afirma că cuce-

rirea cosmosului, cu care ne mîndrim astăzi toți, și pentru care ne stimează întreaga lume, nu s-ar fi putut realiza, știut fiind că dirijarea navelor cosmice fără ajutorul mașinilor cibernetice este imposibilă.

Să dăm încă un exemplu care ne arată unde pot duce o cunoaștere și o înțelegere nesatisfăcătoare a experimentului fizic. Este încă proaspătă în memoria multora perioada în care o serie de filozofi, aplicînd în mod dogmatic dialectica, demonstrau inconsistența teoriei relativității. Cea mai aprigă critică enunțată de acești filozofi era la adresa concluziei teoriei relativității, potrivit căreia energia este echivalentă cu masa, multiplicată cu pătratul vitezei ($E = mc^2$). Fizicienii verificaseră de multă vreme această lege a lui Einstein, prin experiențele cu particule elementare. Pentru înțelegerea acestor experiențe se cereau serioase cunoștințe de fizică modernă, pe care acei filozofi nu le posedau. Iată însă că fizicienii, verificînd această lege a lui Einstein, au realizat reacții nucleare nu numai pe atomi izolați, ci la proporțiile bombei atomice Bine le-ar fi stat acelor fizicieni, dacă, luîndu-se după afirmațiile acelor filozofi, ar fi încetat să lucreze la aplicarea în continuare a teoriei relativității în dezvoltarea fizicii nucleare ! În ce postură ar fi pus ei țara dacă n-ar fi fost pregătiți pentru aplicarea practică a cuceririlor fizicii nucleare ? ! Asemenea exemple caracterizează în modul cel mai clar ruperea anumitor filozofi de practică. Putem cita și o serie de alte asemenea cazuri : interpretarea eronată a principiului nedeterminării din fizica cuantică, aprecierea greșită a importanței teoriei rezonanței în studierea legăturilor chimice și altele ca acestea... Să nu mai vorbim de unele generalizări greșite efectuate în biologie de către unii biologi sau filozofi.

Asemenea situații vorbesc de la sine despre însemnătatea unei cunoașteri cu adevărat profunde a aspectelor experimentale și a modalităților cu adevărat corecte de generalizare teoretică a lor, atunci cînd se pune problema aplicării

corecte a dialecticii în domeniul științelor naturii. Fără îndeplinirea acestor condiții, dialectica singură nu poate furniza răspunsurile corecte. Am putea s-o asemănăm în asemenea cazuri cu vioara lui Stradivarius, desăvîrșită între viori, dar la care, pentru a putea cînta, trebuie să fii muzician și să cunoști cu adevărat muzica. Fără îndeplinirea acestor cerințe, ea va produce aceleași falseturi, ca cea mai obișnuită dintre viori.

În activitatea marilor savanți-experimentatori care și-au adus un aport important la dezvoltarea contemporană a științelor naturii se vădește o strînsă legătură a teoriei cu practica. Pentru dezvoltarea științei naturii pe un fundament autentic materialist, fiecare generalizare pe calea teoriei trebuie neapărat să fie verificată experimental. Dezvoltarea armonioasă a teoriei și a practicii se dovedește absolut necesară pentru oricare dintre domeniile cunoașterii naturii.

Cît privește însuși mecanismul acestei legături a teoriei cu practica, mi s-ar părea potrivit să amintesc frumoasa comparație pe care o întrebuința chiar lordul Kelvin. El asemuia teoria cu pietrele de moară, iar datele experimentale cu boabele care se macină între aceste pietre. E limpede că pietrele de moară singure, oricît s-ar învîrti, nu pot produce nimic util. Dar calitatea făinei este determinată de calitatea boabelor, iar dintr-o sămînță slabă nu va ieși niciodată o făină hrănitoare. De aici se vede că fără un experiment de calitate nu se poate construi o teorie bună, nici nu se pot obține rezultate practice de valoare. Nivelul ridicat al cercetării experimentale este o condiție necesară pentru dezvoltarea sănătoasă a unei științe.

În încheiere, pentru ca rolul și importanța unei cercetări experimentale bine făcute să vă rămînă întipărite sub forma unui aforism reușit, aș folosi replica eroinei din romanul „Domnii preferă blondele", una din creațiile „clasice" ale literaturii americane: „Dragostea este o treabă foarte bună, dar o brățară de aur este un lucru cu care rămîi toată viața".

În termenii aceştia, noi, oamenii de ştiinţă, cred că putem afirma : teoria este o treabă bună, dar un experiment bine făcut este ceva care rămîne pentru totdeauna.

EFICIENŢA MUNCII ŞTIINŢIFICE

Cuvîntare rostită la şedinţa Prezidiului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

1964

Chestiunea pe care vreau s-o ridic este randamentul cu care lucrează oamenii noştri de ştiinţă şi institutele de cercetări ale Academiei. N-ar trebui oare să dirijăm eforturile noastre principale nu spre amplificarea proporţiilor Academiei, ci spre îmbunătăţirea condiţiilor de lucru ale institutelor existente şi ale colaboratorilor acestora, astfel încît productivitatea muncii lor să crească ? Poate că tocmai în acest mod vom obţine un rezultat mai important, cu aceleaşi cheltuieli materiale. S-a întrebat oare cineva cu cît am putea spori productivitatea muncii savanţilor noştri ? Bineînţeles, la o asemenea întrebare nu se poate da un răspuns exact, dar eu cel puţin sînt de părere că în această privinţă dispunem încă de mari posibilităţi nefolosite.

Există trei căi importante pe care se poate acţiona asupra activităţii oamenilor de ştiinţă în scopul de a le spori productivitatea. Pentru conciziune le voi numi calea morală, financiară şi cea realizată prin politica de cadre. Fără îndoială, prima dintre aceste căi este cea mai importantă. Alegerea unei orientări corespunzătoare a cercetării şi efectuarea ei cu succes determină în mod hotărîtor poziţia cercetătorului faţă de munca sa. Dacă un om de ştiinţă poate avea divergenţe cu unul sau cu altul dintre colegii săi, pe tema

orientării cercetărilor sale, el nu poate totuși să nu țină seama de opinia comunității științifice în ansamblul ei. Sîntem datori să acordăm o mai mare atenție cultivării și menținerii spiritului viu al opiniei științifice în cadrul Academiei. Aceasta este una dintre modalitățile cele mai eficiente prin care putem ridica nivelul activităților noastre științifice, precum și principala cale de concentrare a forțelor noastre pe direcțiile cele mai importante și mai promițătoare. Ea reprezintă de fapt și adevărata modalitate de planificare a activităților științifice.

Una din căile de influențare colectivă a activității este reprezentată de dezbaterile asupra tematicii de cercetare în general și asupra unor teme distincte, cu ocazia reuniunilor științifice. Ar trebui să recunoaștem de la început că nu putem fi mulțumiți de felul în care se petrec lucrurile sub acest aspect. Reuniunile cu un număr mic de participanți, conferințele pe probleme speciale se desfășoară bine ; cu cît însă participarea este mai largă, cu atît consfătuirile se desfășoară mai prost ; tonusul reuniunilor noastre științifice este foarte scăzut. La noi discuții la înalt nivel aproape nu mai există, plăcerea disputelor științifice s-a stins.

Am repetat de multe ori că am avea nevoie de un club al oamenilor de știință, la care să ne întîlnim și — într-o atmosferă destinsă — să purtăm discuții asupra chestiunilor fundamentale. Pe vremea cînd lucram în Anglia, cele mai interesante discuții asupra unor probleme arzătoare aveau loc în colegii, la mesele de prînz. Acolo abordam chestiuni care acopereau mai multe domenii științifice, acestea fiind cele mai bune prilejuri de a ne lărgi orizontul, de a înțelege valoarea, pentru etapa respectivă, a unei direcții în știință sau a alteia.

Trebuie să reactivăm viața științifică internă a Academiei. Un asemenea deziderat cu greu s-ar fi putut îndeplini în epoca cultului personalității. Acum însă beneficiem din nou de condiții în acest scop. Nu știu de ce viața noastră știin-

ţifică continuă să rămînă în urma cerinţelor, deşi acest lucru nu ne stă deloc în caracter.

Un factor important de stimulare morală îl reprezintă participarea noastră la viaţa ştiinţifică internaţională, la congrese şi la alte asemenea întîlniri. Deocamdată noi luăm parte la ele încă în foarte mică măsură. Delegaţiile noastre sînt de patru-cinci ori mai puţin numeroase decît delegaţiile din S.U.A. sau din alte ţări, iar adesea membrii delegaţiilor noastre sînt selecţionaţi după metode birocratice, fără a se ţine seama cu discernămînt de calificarea ştiinţifică şi de profilul lor ştiinţific. Trebuie să remediem această situaţie şi să nu ne zgîrcim la mijloacele necesare în acest scop.

O altă modalitate de stimulare morală a oamenilor noştri de ştiinţă o reprezintă publicaţiile ştiinţifice, mijloc pe care de asemenea îl folosim insuficient. O revistă ştiinţifică trebuie să desfăşoare o muncă de selecţionare şi de evaluare. Cînd soseşte un articol la revistă, el trebuie supus unei aprecieri cu adevărat calificate, iar această apreciere critică trebuie adusă la cunoştinţa autorului; cu alte cuvinte colegiul redacţional al unei reviste ştiinţifice trebuie să lucreze direct cu autorul. Aşa procedăm noi la revista noastră de fizică teoretică şi experimentală[1], deşi treaba aceasta ne dă multă bătaie de cap, iar uneori avem chiar greutăţi, dar eu consider că o asemenea muncă aduce o reală contribuţie la îndrumarea activităţii noastre ştiinţifice.

Să vorbim acum despre influenţa politicii de cadre asupra dezvoltării ştiinţei. Atunci cînd ajungem în cadrul Academiei la concluzia că unul dintre sectoarele ştiinţei noastre este rămas în urmă, imediat cineva face propunerea să se acorde sprijin material unuia dintre laboratoarele existente, alteori chiar să se constituie noi institute, sau alte asemenea propuneri. Să nu uităm însă că este cu neputinţă să sprijinim în aceeaşi măsură toate domeniile, aşa că este cu mult mai corect să con-

[1] Jurnal eksperimentalnoi i teoreticeskoi fiziki.

centrăm acest sprijin către domeniile în care avem oameni buni şi o bogată tradiţie ştiinţifică. În primul rînd se cuvine să dezvoltăm acele sectoare ale ştiinţei în care, din fericire, dispunem de vreun mare savant, talentat şi curajos om de ştiinţă. Se ştie foarte bine că, oricît ai susţine un om care nu este dotat de la natură, el nu va produce niciodată nimic important sau novator pentru ştiinţă. Ca urmare, în dezvoltarea uneia sau alteia dintre direcţiile de cercetare, trebuie să ţinem seama în primul rînd de capacitatea creatoare a oamenilor care lucrează în acel domeniu. În fond, ştiinţa este o activitate de creaţie asemănătoare artelor, cum ar fi muzica, de exemplu. Nimănui nu i-ar trece prin minte că înfiinţînd într-un conservator o secţie pentru scrierea imnurilor sau cantatelor, le va şi obţine ; dacă acolo nu va exista un mare compozitor, să zicem de talia unui Haendel, atunci bineînţeles că n-o să iasă nimic. Oricîţi bani s-ar cheltui, un şchiop nu va învăţa niciodată să alerge. La fel şi în ştiinţă. Conducerea Academiei trebuie să-i caute, să-i atragă si să-i susţină pe cercetătorii cei mai talentaţi, lucrul acesta fiind chiar mai important decît însăşi coordonarea tematicii.

Rolul conducător în selecţia cadrelor dintr-un institut trebuie să-l deţină directorul, el însuşi trebuind să fie un mare savant. În acest scop, este nevoie ca el să dispună de mari libertăţi. În general, astăzi, un director este legat de mîini şi de picioare în această treabă importantă, aşa cum se întîmplă şi în chestiunile financiare.

După cum am mai spus, mijloacele financiare reprezintă cea de-a treia cale de influenţare a progresului ştiinţei. Bani pentru cercetări există, statul nu se zgîrceşte, iar noi îi putem obţine cu mai multă uşurinţă decît, spre exemplu, îi obţin savanţii americani. Poate însă că vă amintiţi un joc, de pe vremea copilăriei noastre, care începea cam aşa : „V-a trimis stăpîna o sută de ruble, ce o să vreţi, aia să vă cumpăraţi". După care însă venea completarea : „Dar alb să nu cumpăraţi, negru să nu vă luaţi şi la nimica să nu

spuneți nu". De unde se vede că nici măcar să cheltuiești o sută de ruble nu poți fără să recurgi la vreun șiretlic. Vedeți, cam în aceeași situație se găsește și directorul de institut: el are la dispoziție bani, însă cînd să decidă cum să fie folosiți, i se pun fel de fel de restricții.

Se știe de asemenea bine că un director este foarte îngrădit și în selecția cadrelor: el singur nu poate nici stimula pe cineva, nici îndepărta pe cineva. Frînele care-i sînt puse, rolul său limitat în aceste chestiuni de maximă însemnătate reprezintă unul dintre motivele randamentului redus al institutelor noastre.

Dacă nu vom ușura și simplifica munca directorilor de institute ca oameni de știință, diriguitori ai muncii științifice, nu vom putea atrage în asemenea muncă pe marii savanți, fenomen de care ne-am lovit și pînă acum. În prezent o serie de cercetători de frunte ai institutelor existente (de pildă, de la institutul nostru pentru problemele fizicii) ar fi pe deplin capabili să conducă colectivele de cercetare, dar nu doresc să se angajeze la o asemenea treabă. Dacă munca directorului ar fi simplificată și ușurată, aceasta desigur ar face posibilă o înaintare mai rapidă a tinerilor cercetători dotați către funcțiile de conducere. În legătură cu aceasta trebuie să observăm că tinerii noștri colaboratori au un nivel profesional mai ridicat decît de pildă în S.U.A., unde o mulțime de tineri cu posibilități creatoare nu se îndreaptă către instituțiile de știință, ci sînt atrași de afaceri, unde sînt mult mai bine remunerați. La noi un asemenea fenomen nu are loc, dar noi nu folosim pe deplin avantajul de care dispunem.

Ultimul lucru la care aș mai fi vrut să mă refer este construirea de institute noi în afara perimetrului orașului Moscova. Eu consider corectă o asemenea orientare. Din proprie experiență știu că se lucrează mai în liniște și cu mai mult spor cînd te afli la, să zicem, circa 50 km de marile orașe. Dar pentru a obține un randament sporit, trebuie să creăm acolo condiții cu adevărat propice, mai bune decît le avem

în prezent la Moscova, atît pentru activitatea de creaţie ştiinţifică, cît şi pentru traiul de toate zilele. Or, tocmai aceste condiţii din urmă n-am reuşit încă să le asigurăm. Aceasta reprezintă la ora actuală principala frînă în dezvoltarea genului respectiv de institute. Şi de aceea, cercetătorii acceptă cu greu să părăsească Moscova. Or, în această privinţă cu forţa nu se poate obţine vreun rezultat. Creînd institute în afara marilor oraşe, nu trebuie să precupeţim fondurile cînd este vorba de a crea condiţii bune de trai, chiar dacă aceste cheltuieli ajung să depăşească pe cele făcute cu însăşi construirea institutului.

ÎNSUŞIREA CUCERIRILOR ŞTIINŢEI ŞI TEHNICII

Comunicare rostită la Adunarea generală a Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

1965

Este bine cunoscut că principalul indicator al progresului economiei naţionale îl reprezintă productivitatea muncii, iar creşterea productivităţii muncii se obţine în principal prin introducerea progresului tehnic şi a cuceririlor ştiinţei. Atunci cînd ritmul de creştere a productivităţii muncii scade, cauza trebuie căutată în deficienţele procesului de asimilare a cuceririlor ştiinţei şi tehnicii.

Pe baza datelor noastre statistice oficiale se poate observa cum în trecut creşterea productivităţii muncii atingea la noi valori de 13%, pentru ca apoi ea să stagneze, iar în ultimii ani să coboare la 4—5% pe an. Aceasta evidenţiază faptul că la noi însuşirea realizărilor ştiinţei şi tehnicii nu se desfăşoară în concordanţă cu cerinţele industriei. De aceea, aş vrea să mă opresc

mai întîi la cauzele care frînează asimilarea ultimelor cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii.

După cum se ştie, asimilarea de către industrie a cuceririlor ştiinţei şi tehnicii se produce la noi întotdeauna încet şi cu un anumit efort. Faptul este vizibil şi din cuvîntul pe care-l folosim în mod obişnuit pentru aceasta — „introducere". Spunem „introducerea tehnicii noi", „introducerea realizărilor ştiinţei". În limba rusă, cuvîntul „introducere" are o nuanţă care arată că progresul respectiv are loc cu înfrîngerea rezistenţei mediului în care se petrece. Ne-am şi obişnuit ca fiecare nouă realizare din ştiinţă sau nouă cucerire a tehnicii să întîmpine o împotrivire la asimilarea ei ; folosim deja de mult cuvîntul „introducere", fără să observăm că prin el caracterizăm condiţiile nefireşti în care are loc asimilarea tehnicii noi. Atunci cînd vom trece de la sine la folosirea curentă a expresiei „însuşire a tehnicii noi", vom putea aprecia că am creat condiţiile normale pentru desfăşurarea acestui proces.

Experienţa mea de mulţi ani pe acest tărîm îmi arată că pentru asimilarea cu succes de către industrie a realizărilor ştiinţei şi tehnicii este necesară îndeplinirea a şase condiţii. Le voi enumera, după care vom vedea de ce este nevoie pentru ca ele să fie satisfăcute.

Însuşirea tehnicii noi înseamnă, mai simplu spus, ca industria să înveţe să facă ceva ce n-a mai făcut pînă atunci. Ca urmare, se cuvine ca însuşirea tehnicii noi să fie privită ca un proces de învăţare, ea trebuind să fie însoţită de procedeele pedagogice pe care le folosim ori de cîte ori învăţăm pe cineva ceva nou.

Cînd transmitem cunoştinţele studenţilor sau elevilor, cea mai importantă condiţie, absolut necesară, este ca aceştia să dorească a învăţa. Este bine ştiut că dacă o asemenea intenţie nu există, nu se poate băga învăţătura cu de-a sila în mintea oamenilor. Doreşte oare industria noastră întotdeauna şi de bună voie să deprindă ceva nou ? Se creează oare totdeauna la noi condiţiile nece-

sare pentru ca industria să fie convinsă cu adevărat de nevoia de a asimila tehnica nouă ?

Evident, pentru ca o asemenea dorinţă să apară, trebuie să creăm condiţii materiale şi morale corespunzătoare. Este necesar să creăm condiţiile în care industria noastră, întreprinderile noastre, să fie direct interesate în noile tehnologii. Ele trebuie să simtă că acestea le sînt de folos, că sînt rentabile şi că însuşirea lor reprezintă o cinste. Aceasta este prima condiţie.

A doua : atunci cînd înveţi pe cineva ceva nou, el trebuie să aibă deja un anumit nivel de pregătire. Nu putem preda matematicile superioare unui elev care nu ştie algebră sau trigonometrie. Cel care învaţă un lucru nou, trebuie să posede o instrucţiune corespunzătoare pentru a înţelege tehnica nouă.

Cunosc o serie de cazuri în care conducerea a însărcinat o uzină oarecare cu producerea unei aparaturi de tip nou, pentru care uzina respectivă nu era deloc pregătită. Cu toate eforturile, unitatea respectivă nu şi-a putut îndeplini cu succes misiunea. De pildă, unei întreprinderi dintre cele mai bune i-a fost repartizată sarcina de a realiza vase Dewar vidate metalice, speciale, deşi întreprinderea în cauză nu avea nici un fel de experienţă în tehnica vidului. Unitatea respectivă s-a achitat cu greu de sarcina primită, durata asimilării a fost de cîţiva ani, în care timp s-au produs o mulţime de vase Dewar necorespunzătoare. Sarcina ar fi fost realizată mai repede şi cu mai puţin efort de către o unitate pregătită pentru o asemenea producţie.

Aceasta înseamnă că a doua condiţie este pregătirea satisfăcătoare a celui care studiază.

A treia condiţie, de asemenea bine cunoscută din pedagogie, constă în a nu supraîncărca elevul în procesul de învăţămînt. Fiecare întreprindere, fiecare ramură industrială pot asimila în decursul unui an o cantitate limitată de nou, chiar dacă au pregătirea corespunzătoare şi chiar dacă au dorinţa de a se perfecţiona. La noi însă se întîmplă adesea ca, îndată ce o unitate nouă a apă-

rut și a început, de bine, de rău, să realizeze anumite produse, să o și supraîncărcăm cu sarcini noi. Nu trebuie să uităm că industria, ca și omul, are o capacitate limitată de însușire a noului.

A patra condiție : atunci cînd înveți pe cineva ceva, trebuie create condițiile materiale necesare. Este imposibil să instruiești un om sau o întreprindere, folosind numai resursele sale materiale interne, existente. Învățămîntul are nevoie și de o temeinică bază materială, adecvată sarcinii încredințate. Mai simplu spus, trebuie să punem fonduri suficiente la dispoziția celui care învață ceva nou.

Necesitatea celor patru condiții deja enumerate este ușor de înțeles, iar înfăptuirea lor este relativ simplă.

A cincea condiție, mai puțin evidentă și considerabil mai greu de înfăptuit, constă în următoarele. Din practica pedagogică se știe foarte bine că, atunci cînd instruiți pe cineva, este necesar să elaborați o programă analitică detaliată, după care să se desfășoare procesul de învățămînt. Tot astfel și în industrie, pentru realizarea rapidă și încununată de succes a acțiunii de însușire a noului este necesar un plan bine întocmit, care să arate drumul pe care trebuie mers pentru a obține rezultate. Dar, ca de obicei, la noi se acordă prea puțină atenție acestui aspect ; deseori procesul este lăsat la voia întîmplării, ba nici măcar nu se consideră necesar să existe un program de acțiune oricît de simplu.

Pentru a întocmi asemenea programe de activitate trebuie două lucruri. Să se țină seama în primul rînd de posibilitățile de executare ale întreprinderii respective, iar în al doilea rînd, de specificul elementelor noi care urmează a fi însușite. De regulă, nu există în nici o întreprindere o persoană care să țină seama în mod satisfăcător de ambele cerințe. Atunci cînd sarcina întocmirii programului de activități este încredințată omului de știință ori inventatorului, ori chiar institutului de cercetare ca atare, în acest program nu se ține seama în măsură suficientă de parti-

cularităţile procesului de producţie al întreprinderii. Cînd acest program este întocmit de însăşi întreprindere, atunci nu se ţine seama de cerinţele speciale ale noilor tehnologii. În ambele cazuri se obţin programe de activităţi imperfecte.

Cum se poate totuşi ieşi dintr-un asemenea impas? Viaţa ne arată că există un anumit gen de ingineri, cu un orizont larg, care sînt în stare să cuprindă ambele laturi ale problemei. Există încă puţini specialişti de asemenea fel şi ei trebuie bine preţuiţi. Asemenea ingineri cu înaltă competenţă ne sînt foarte necesari în calitate de tehnologi şi trebuie să le dăm posibilitatea de a lucra permanent la introducerea în producţie a tehnicii noi. Trebuie organizate în ministere, în centrale, grupuri de asemenea specialişti. Sarcina va fi întocmirea programelor de asimilare a tehnicii noi şi organizarea înfăptuirii practice a acestui proces.

Ca regulă trebuie introdusă ideea: însuşirea noului în producţie să se facă întotdeauna pe baza unui program bine alcătuit. Din păcate, la noi deocamdată se acordă prea puţină atenţie acestei condiţii importante pentru introducerea tehnicii noi.

În sfîrşit, a şasea condiţie se referă la omul de ştiinţă. Acolo unde există elevi, trebuie să existe şi un profesor. După cum se ştie, pentru o învăţătură de calitate se cere ca între profesor şi elevi să existe relaţii bune, prieteneşti. În afară de aceasta, creatorul noilor tehnici — fie el savant, inventator, ori colectiv dintr-un institut de cercetări sau de inginerie tehnologică — trebuie să fie interesat în introducerea lor în producţie în aceeaşi măsură ca şi întreprinderea executantă. Sînt însă oare savanţii noştri, inventatorii sau inginerii cointeresaţi în introducerea în producţie a realizărilor lor şi ce legătură există între ei şi întreprinderile, industria respectivă?

O să analizăm numai cazul în care „profesorul" este un om de ştiinţă.

După cum se ştie, potrivit legilor noastre, savantul care se preocupă de introducerea în producţie a noilor cuceriri nu este răsplătit mate-

rial pentru aceasta. La noi există punctul de vedere potrivit căruia colaborarea savantului cu industria este considerată activitate obștească. Această optică se deosebește radical de situația din țările capitaliste. Pe vremea cînd trăiam în Anglia și căpătasem titlul de doctor, am intrat în calitate de om de știință în asociația profesională a lucrătorilor științifici și am fost obligat să semnez un angajament, pe baza căruia nu aveam dreptul să acord gratuit consultații industriei ; nu numai că nu aveam dreptul să le acord gratuit, dar nici să le acord contra unui onorariu mai mic decît tariful stabilit pentru calificarea mea științifică. În țările capitaliste, se procedează în acest fel pentru ca nici un membru al asociațiilor profesionale să nu poată influența mărimea onorariului altui membru. Evident, la noi condițiile sînt cu totul altele și asemenea sisteme nu-și au locul.

Eu nu vreau să acreditez ideea că la noi cointeresarea materială ar avea un rol determinant ; ceea ce este evident însă e faptul că cointeresarea morală a oamenilor de știință în colaborarea cu industria trebuie să fie corespunzătoare scopului. Este necesar ca omului de știință să-i facă plăcere această muncă ; trebuie să creăm o atmosferă în care munca lui să se bucure de o înaltă recunoaștere socială, iar cooperarea cu industria să fie apreciată ca o activitate utilă pentru stat. Din păcate, acum, cînd ne adresăm unui minister, rareori întîlnim atitudini „amabile". Desigur o atitudine lipsită de bunăvoință nu poate decît dăuna raporturilor normale între pedagog și elevii săi.

De multe ori se consideră că dacă s-a emis un decret prin care se stabilește că se va asimila cutare sau cutare produs ori tehnologie, procesul de „introducere" a progresului tehnic a și avut loc. Or, din toate cele înșirate mai sus, se vede clar că însușirea tehnicii noi nu poate fi tratată simplist, ca o activitate administrativă ; mai degrabă, se cuvine a considera această activitate ca un „poem pedagogic", ca să folosim și noi

cunoscuta metaforă. Prin urmare, însușirea de către industrie a tehnicii noi trebuie organizată foarte diferit, de la caz la caz, evitînd șabloanele și ținînd cont de caracterul oamenilor care participă și de specificul condițiilor generale în care se desfășoară fiecare acțiune în parte. Prin dispoziții se vor reglementa, desigur, aspectele de finanțare și de încadrare cu personal. Dar însușirea cu succes a noilor tehnologii se întemeiază pe bunele raporturi dintre magistru și discipolii săi, pe interesul acestora în obținerea de rezultate bune, pe executarea unui program de acțiune bine alcătuit. Din păcate la noi nu prea se respectă aceste condiții.

Aș vrea acum să mă refer la alte chestiuni, nu mai puțin însemnate : este oare suficient aportul pe care știința noastră îl aduce la progresul economiei naționale, este oare satisfăcătoare eficiența muncii oamenilor noștri de știință ? Acestea sînt chestiuni cărora trebuie să le acordăm o mare atenție. Pentru a putea răspunde mai bine la asemenea întrebări, mi se pare util să comparăm unele elemente ale activității noastre științifice cu activitățile similare din Statele Unite ale Americii.

Merită atenție faptul că în prezent în S.U.A., lumea se interesează îndeaproape de problemele dezvoltării științei, de legătura ei cu industria, publicîndu-se o mulțime de lucrări cu caracter statistic.

Voi reproduce cîteva dintre cifrele care prezintă interes pentru noi. În Statele Unite ale Americii s-au cheltuit în 1965 pentru știință 21 miliarde dolari, dintre care două treimi au fost asigurate de guvern din bugetul federal, iar restul de către industrie și prin donații particulare. Din această sumă, 11%, adică 2,5 miliarde dolari, au fost destinate cercetării fundamentale. De aici rezultă că cea mai mare parte din sumă a fost alocată cercetărilor care servesc la introducerea în producție a noilor cuceriri ale științei, sau, după cum obișnuim noi să le numim, cercetărilor cu tematică aplicativă.

Mai mult, americanii susţin că industria lor, la actualul nivel de tehnicitate şi la valorile de capital liber existente, nu este satisfăcută de contribuţia ştiinţei actuale la acoperirea nevoilor sale de asimilare a tehnicii noi. Industria din S.U.A. doreşte mai ales dezvoltarea unor direcţii noi în tehnică, aşa cum au fost la vremea lor televiziunea, cinematograful, şi cum ar fi în prezent maşinile cibernetice sau fibrele sintetice. Noile direcţii de dezvoltare a tehnicii nu sînt numai rentabile pentru cei ce investesc capital, dar prezintă interes şi din punct de vedere social, ducînd la reducerea şomajului şi la creşterea nivelului de trai.

Americanii consideră că dezvoltarea nesatisfăcătoare a ştiinţei lor s-ar datora, în principal, insuficienţei de ingineri şi oameni de ştiinţă cu înaltă calificare. Ei apreciază că ar putea pune la dispoziţia ştiinţei şi mai mulţi bani: dar în acest moment nu există în măsură suficientă tocmai acei oameni de ştiinţă de mare talent care, aflaţi la conducerea cercetărilor, să poată determina în mod hotărîtor dezvoltarea ştiinţei pe direcţiile de care economia americană are nevoie. Din aceste motive, în ultimii ani, ei au început să atragă în S.U.A. savanţi, în principal din Anglia şi Germania occidentală. În ultimii zece ani, pe baza datelor statistice, în America au fost atraşi 53 000 de oameni de ştiinţă, în cea mai mare parte tineri, dintre care 30 000 de formaţie inginerească, 14 000 fizicieni şi 9 000 savanţi de alte specialităţi; aceasta reprezintă peste cinci mii de specialişti pe an.

Dacă socotim că în medie circa 500 de tineri absolvă pe an un institut de învăţămînt superior, înseamnă că, în ultimii ani, cel puţin zece institute din Europa au pregătit gratuit cadre pentru America. Cum însă americanii au preluat elementele cele mai bune, se poate afirma că ei „au luat crema" de la circa 50 de institute. Această situaţie i-a alarmat pe englezi în mod cu totul deosebit. A fost creată pe lîngă Societatea regală o comisie specială, cu scopul de a determina mo-

tivele unui asemenea exod al tinerilor oameni de știință în S.U.A. și a propune măsurile necesare pentru a opri această secătuire a științei britanice.

A reieșit că, deși englezii și germanii plătesc cercetătorilor lor de frunte destul de mult, americanii îi plătesc de două ori mai bine. Dar se pare că nu acesta este motivul decisiv al emigrării oamenilor de știință. Comisia a stabilit că nu numai salariile mari atrag pe tinerii cercetători, îi atrag condițiile pe care le are dezvoltarea științei în S.U.A.

Americanii pun la dispoziția cercetării fonduri într-o manieră oarecum diferită de practica din alte țări. Fondurile, în majoritatea lor, nu sînt destinate institutelor de cercetări, în sine. Americanii preferă să-și dea banii fie pentru o anumită temă de cercetare, fie să-i pună la dispoziție unui savant de renume, susținîndu-i lucrările, dar lăsîndu-i de obicei acestuia latitudinea de a-și alege tema de lucru. Institutelor li se rezervă doar cîteva procente din fondurile bugetului (s-ar părea, nu mai mult de 2—3%). Bineînțeles, este extrem de ispititor pentru un savant să poată administra în mod independent mijloacele pe care le are la dispoziție. Abia atunci, în condițiile unei mari independențe și libertăți de acțiune, simte el că-și poate realiza cu adevărat munca.

Să trecem acum la compararea datelor noastre statistice cu cele ale americanilor. O asemenea comparație nu este numai dificilă, ci aproape imposibil de realizat, cîtă vreme există o deosebire de esență între organizarea și modul de finanțare al științei într-o țară capitalistă și într-o țară socialistă. Dificultatea este agravată și de faptul că, din păcate, noi încă nu prea ne ocupăm de adunarea datelor statistice privitoare la organizarea activităților științifice.

Înaintea altor elemente, să comparăm numărul lucrătorilor științifici. Americanii apreciază că în prezent, la ei, sînt angrenați în munca de cercetare circa 800 000 de oameni, începînd numărătoarea cu funcțiile de jos, cu inginerii și tehni-

cienii. După datele statistice oficiale, la noi totalitatea cadrelor științifice, cuprinzînd și pe stagiari, ar reprezenta circa 700 000 de persoane. Din aceste date se poate observa că, în limitele de exactitate ale datelor statistice, ne deosebim puțin unii de alții în ceea ce privește numărul lucrătorilor științifici. Această concluzie este confirmată și de datele oferite de o sursă franceză, potrivit căreia, la fiecare 10 000 de locuitori corespund în Statele Unite 23 de lucrători științifici de calificare superioară, în Uniunea Sovietică 18,3 la același nivel de calificare, în Anglia numai 9,7, iar în celelalte țări, cu mult mai puțini. Cum însă populația țării noastre este mai numeroasă decît a Statelor Unite, ar rezulta și după aceste ultime date că numărul total al personalului științific de înaltă calificare ar fi la noi și în S.U.A. aproximativ același, în jur de 400 000 de oameni.

Pentru a determina productivitatea oamenilor de știință, ar trebui să estimăm valoarea producției științifice. Evident, este greu de făcut un asemenea lucru cu precizie. Americanii încearcă să-l realizeze în felul următor. Ei însumează numărul tuturor lucrărilor științifice publicate de savanți în cele mai însemnate domenii ale științelor naturii și tehnice, în toate limbile și în cele mai importante publicații științifice. Pe această bază americanii apreciază că ei sînt producătorii a 1/3 din știința mondială. Nouă ne revine 1/6 din producția științifică a lumii, adică jumătate din ceea ce produc americanii. Oricare din celelalte țări realizează mai puțin decît noi. Deci, în ceea ce privește producția științifică ne situăm pe locul doi în lume. Dar dacă considerăm aceste cifre, observăm că, la același număr de lucrători științifici, noi realizăm o producție științifică de două ori mai mică decît S.U.A. Așa încît, oricît ar fi de neplăcut, trebuie să recunoaștem că productivitatea științifică a oamenilor noștri de știință este de circa două ori mai mică decît productivitatea americanilor. Mai mult, după cum se va vedea din alte date care urmează, ritmul de

dezvoltare a științei noastre s-a micșorat în ultima vreme. A sosit prin urmare momentul să ne întrebăm: ce trebuie să facem ca în situația creată să amplificăm dezvoltarea științei noastre, să sporim productivitatea muncii oamenilor noștri de știință?

În știință productivitatea muncii este determinată în primul rînd, de cantitatea de mijloace materiale de care dispune cercetătorul, iar în al doilea rînd, de calitatea instruirii și selecției cadrelor în instituțiile științifice.

Să analizăm primul aspect: fondurile din buget alocate de americani pentru știință sporesc în ritm rapid. În ultimii 20 de ani ele au crescut în medie cu 14% pe an, iar în 1965 creșterea va atinge cea mai ridicată valoare: 20%; numai cheltuielile din bugetul federal vor reprezenta suma de 14 miliarde de dolari.

În articolul de fond din „Pravda" din 17 decembrie 1965 s-au publicat sumele din buget alocate de noi pentru știință. Pe anul care vine, ele vor fi de 6,5 miliarde ruble. Creșterea lor față de anul trecut va fi de 9,9%.

Prin urmare, la un număr aproximativ egal de lucrători științifici, suportul material al cercetărilor noastre este substanțial mai slab, ceea ce, evident, afectează puternic productivitatea muncii științifice. Cum însă în momentul de față nu există posibilități de a amplifica susținerea materială, nu ne rămîne decît să reducem la jumătate numărul personalului științific, bineînțeles pe seama ameliorării sale calitative; aceasta înseamnă că trebuie să ne dispensăm de acei oameni care nu justifică pe de-a-ntregul, prin activitatea lor, avantajele pe care țara le creează oamenilor noștri de știință.

Din păcate, nu întrevedem altă posibilitate decît ca, în viitorul cel mai apropiat, o serie întreagă de lucrători științifici care nu dovedesc o eficiență satisfăcătoare în știință să fie trecuți în industrie, unde ei ar fi de mai mare folos pentru țară. Desigur, o asemenea măsură nu se poate aplica dintr-o dată. Însă neapărat aceasta trebuie să fie

linia în dezvoltarea viitoare a unităților noastre științifice. De exemplu, în fiecare an ar putea fi transferate în industrie circa 15—20% din cadrele din institute, completîndu-se 7—10 procente cu tineret bine pregătit și bine selecționat, pentru ca pe această cale să ridicăm nivelul calitativ al personalului, lăsînd permanent porțile deschise afluxului de forțe proaspete. Cu această ocazie însă trebuie să relev că, chiar dacă s-ar adopta această linie, ea nu ar putea fi transpusă în viață în condițiile legilor existente și ale puterilor extrem de limitate de care dispun în Academia noastră de Științe directorii de institute.

Trebuie să spunem pe șleau că în ultimii ani decalajul în știință dintre țara noastră și America nu numai că nu s-a micșorat, ba chiar a crescut, așa încît nevoia de a găsi mijloace pentru lichidarea acestui decalaj este presantă. Dacă în anii care urmează productivitatea muncii oamenilor noștri de știință nu va spori, dacă nu vom îmbunătăți introducerea în industrie a realizărilor științei și tehnicii moderne, atunci sarcina de a ajunge din urmă America va fi imposibil de înfăptuit. Dacă însă vom folosi cu hotărîre și inteligență în organizarea științei și a industriei avantajele pe care le oferă orînduirea noastră socialistă, atunci rămînerea noastră în urmă în dezvoltarea științifică va însemna doar un episod trecător. Eu unul sînt adînc încredințat că dacă nu ne vom teme să spunem adevărul despre lipsurile sau greșelile noastre și dacă vom colabora tovărășește în căutarea căilor de îndepărtare a lor, atunci vom obține din nou ritmurile record de odinioară în dezvoltarea activității noastre științifice.

Trebuie să perfecționăm treptat și fără încetare sistemele organizatorice în scopul dezvoltării științei noastre ; aceasta înseamnă să îmbunătățim baza materială, să ridicăm nivelul calitativ al cadrelor și să sporim productivitatea muncii savantului.

Noi, oamenii de știință din Academia de Științe a U.R.S.S., trebuie să ne aplecăm cu toată serio-

zitatea asupra acestor chestiuni. Noi constituim instituția științifică de avangardă a țării, și datorită acestui lucru, sîntem răspunzători mai mult decît oricine altcineva de dezvoltarea științei noastre și de introducerea în viață a realizărilor sale.

CENTENARUL PUBLICAȚIEI „JURNAL EKSPERIMENTALNOI I TEORETICESKOI FIZIKI" ȘI ROLUL REVISTELOR ÎN DEZVOLTAREA ȘTIINȚEI

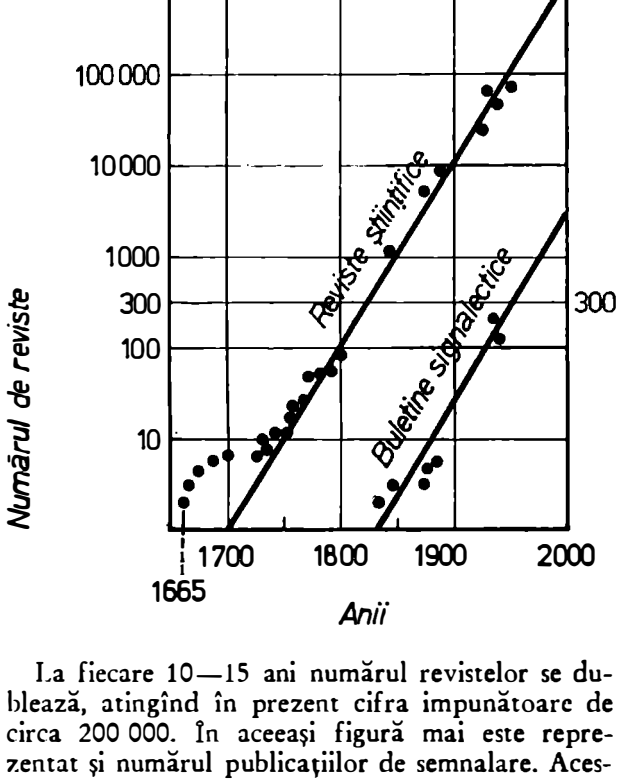
Raport prezentat la ședința Prezidiului Academiei de Științe a U.R.S.S.

1973

Cei care studiază istoria științelor au menționat deja că dezvoltarea științei a căpătat o anvergură mondială odată cu apariția și răspîndirea tiparului, în secolele al XV-lea și al XVI-lea. Un factor hotărîtor, determinant pentru munca unită, corelată, a oamenilor de știință îl constituie modul de transmitere a informațiilor. Cu cît această transmitere se realizează mai eficient, cu atît dezvoltarea științei se produce mai rapid și la o scară mai largă. Pînă în prezent, cel mai eficient mijloc de informare științifică s-au dovedit revistele periodice, deoarece prin intermediul lor realizările științifice pot fi aduse cel mai repede și pe scară largă la cunoștința oamenilor de știință interesați.

Prima revistă științifică a apărut în lume în 1665, dar numărul acestor reviste a început să crească fără încetare abia după 1750, cînd s-au instituit în Europa servicii poștale regulate. În figura de la pagina 96 se reproduce curba de creștere a numărului total al revistelor științifice publicate în toate țările, după calculele lui D. Pri-

ce [1] istoric al științelor. Numărul publicațiilor științifice este reprezentat la scara logaritmică; se poate observa cum în ultimii trei sute de ani creșterea acestuia a urmat cu consecvență o lege exponențială.



La fiecare 10—15 ani numărul revistelor se dublează, atingînd în prezent cifra impunătoare de circa 200 000. În aceeași figură mai este reprezentat și numărul publicațiilor de semnalare. Acestea au apărut încă din 1830, în scopul simplificării accesului la un volum important de informație științifică și după cum rezultă din diagramă, numărul lor crește după o curbă paralelă cu cea de bază. Așadar creșterea lor urmează aceeași lege exponențială ca cea a revistelor științifice propriu-zise. Există în momentul de față circa 300 buletine signalectice.

Din datele cu caracter statistic ce sînt astăzi larg publicate, rezultă că numărul cercetătorilor, ca și mijloacele materiale puse la dispoziția științei cresc după aceeași lege exponențială, adică se dublează la fiecare 10—15 ani. În felul acesta se observă că există o strînsă corelație între creșterea numărului revistelor de știință și amploarea dezvoltării activităților științifice. Aceste fapte vădesc posibilitatea de a obține informații utile asupra organizării muncii de cercetare din studierea numărului și caracterului periodicelor științifice.

De exemplu, din figură reiese că în toți acești 300 de ani știința s-a dezvoltat în ritm constant, iar saltul la care ne putem aștepta și care ar corespunde revoluției tehnico-științifice contemporane nu se observă. Dezvoltarea intensivă a științei contemporane se explică prin faptul binecunoscut că fiecare proces care urmează o lege exponențială atinge în final o dezvoltare explozivă.

În U.R.S.S. prima revistă științifică de fizică a apărut acum o sută de ani, pe lîngă Societatea rusă a fizicienilor. După revoluție, în 1930, ea a trecut sub coordonarea Academiei de Științe a U.R.S.S., dîndu-i-se numele, pe care îl poartă și astăzi, „Jurnal eksperimentalnoi i teoreticeskoi fiziki" (Revista de fizică teoretică și experimentală). Pînă în prezent ea este apreciată ca principala noastră revistă de fizică. Cum în revistă se reflectă, încă de acum o sută de ani, cele mai importante momente din dezvoltarea fizicii la noi, din cercetarea materialelor cuprinse în revistă oricine își poate reprezenta nu numai filmul dezvoltării științei fizicii la noi, ci și situația sa actuală.

Chiar în numărul jubiliar al revistei a fost înglobat un articol scris de I. M. Țipeniuk [2] care, pe baza articolelor tipărite de această revistă, alcătuiește un tablou al dezvoltării fizicii în ultimii o sută de ani. În acest număr noi am punctat doar cîteva dintre etapele fundamentale

ale dezvoltării fizicii, concentrîndu-ne atenţia asupra modului în care revista reflectă starea actuală a ştiinţelor fizice în ţara noastră.

Este general acceptat că ştiinţele naturii au început a se dezvolta în Rusia spre începutul secolului al XVIII-lea cînd Petru I a întemeiat Academia de Ştiinţe. Aceasta a cuprins încă de la începuturile sale savanţi de renume, precum Euler sau Bernoulli. Tot pe atunci din această societate ştiinţifică făcea parte Lomonosov, primul geniu ştiinţific rus. Dar, cu tot acest început strălucit al ştiinţelor fizicii şi chimiei, după Lomonosov, spre sfîrşitul secolului al XVIII-lea şi începutul secolului al XIX-lea ştiinţele fizico-matematice s-au dezvoltat la noi mult mai slab decît în Europa apuseană. Pentru dezvoltarea efectivă a acestor ştiinţe era necesar un suport atît tehnic, cît şi financiar, suport care, într-o ţară eminamente agrară, cum era Rusia acelor timpuri, lipsea.

Aceste ştiinţe au început să se dezvolte cu adevărat în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea, după reforma agrară din 1861, cînd ţara a devenit mai bogată şi a început să-şi construiască o industrie proprie. Atunci a apărut şi la noi o pătură de intelectuali de formaţie tehnico-ştiinţifică şi au început să se constituie asociaţii ştiinţifice şi tehnice. Una dintre acestea a fost şi Societatea de fizică, iar ca organ al acesteia a apărut, acum o sută de ani, revista noastră.

Mai întîi apăruse revista Societăţii de chimie şi abia după 1873 s-a constituit pe lîngă aceasta o secţie de fizică. Iniţiatorul constituirii Societăţii de fizică a fost F. F. Petruşevski, iar primul redactor al revistei, D. K. Bobîlev. La început, în această revistă se publicau atît lucrări originale, cît şi de sinteză. Cum însă pe atunci principalele cercetări se desfăşurau în alte ţări, inevitabil, savanţii noştri, din dorinţa de a participa mai direct la dezvoltarea ştiinţei mondiale, îşi publicau cu mai multă plăcere articolele în revistele din străinătate, în nemţeşte sau în franţuzeşte. Este interesant să observăm că, şi la înce-

putul acestui secol, o serie întreagă de savanți străluciți, ca N. A. Umov, A. G. Stoletov, P. N. Lebedev, A. A. Eihenvald, B. B. Golițin sau A. S. Popov își publicau cele mai bune lucrări ale lor mai întîi în străinătate.

Cu timpul, pe măsura creșterii numărului lucrărilor originale, articolele de sinteză au fost grupate într-un supliment, iar începînd din 1907 secțiunea de fizică a revistei s-a separat de partea de chimie și a devenit o publicație de-sine-stătătoare.

Este instructiv să urmărim ce s-a petrecut cu revista după Revoluția din Octombrie. Deși țara se afla în război civil și trecea prin mari încercări, în toate domeniile cunoașterii, și în mod special în domeniul naturii, a început să se desfășoare o vie activitate științifică. Revista noastră a primit un sprijin material constant din partea statului, așa încît ea nu a încetat să apară chiar și în anii cei mai grei, anii '20, cînd, din pricina distrugerilor, nu a mai putut fi tipărită la Petrograd, ci în Germania.

În acea vreme, revista accepta numai lucrări originale. Pentru lucrările cu caracter de sinteză s-a întemeiat în 1918 o revistă specială, „Uspehi fiziceskih nauk" (Succesele științelor fizicii), sub redacția lui E. V. Șpolski [1]. Această revistă furnizează continuu o informare de înalt nivel cu privire la cele mai importante realizări ale fizicii în toate țările.

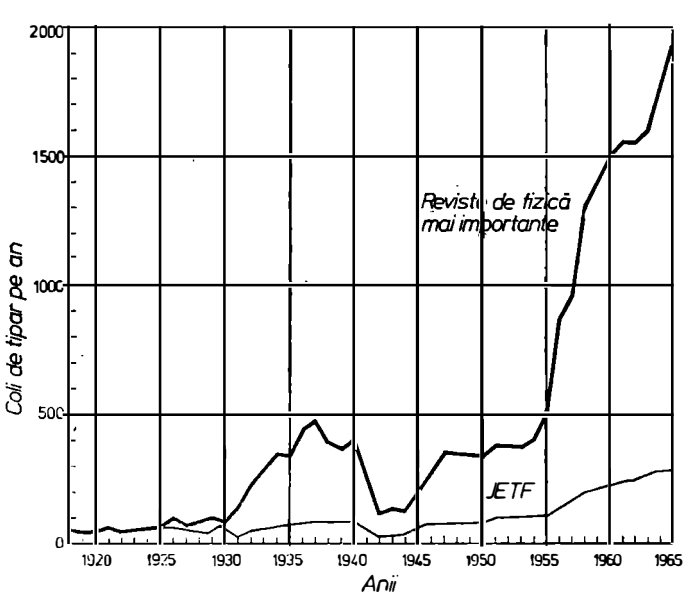
În 1930 Societatea rusă de fizică și chimie și-a încetat activitatea și, în același an, revista a trecut sub egida Academiei de Științe, schimbîndu-și denumirea în „Jurnal eksperimentalnoi i teoreticeskoi fiziki" — prescurtat JETF. Redactorul său șef și colegiul de redacție sînt desemnate de Academia de Științe, în temeiul unor alegeri. După trecerea revistei la Academie, au continuat să fie redactori șefi A. F. Ioffe și L. I. Mandelștam ; din

[1] E. V. Șpolski a murit la 21 august 1975, rămînînd pînă la sfîrșitul zilelor sale, redactorul șef al revistei.

1939 şi pînă în 1952 a fost redactor şef S. I. Vavilov, pînă în 1956 N. N. Andreev, după care redacţia revistei mi-a fost încredinţată mie.

După instaurarea puterii sovietice în ţara noastră, a avut loc o dezvoltare intensă a ştiinţelor naturii şi a fost recuperată întîrzierea anterioară. Acest fapt este bine ilustrat în lucrarea deja menţionată a lui Price, în care sînt reproduse datele privind numărul lucrărilor de chimie din reviste, într-o serie de ţări, între 1910 şi 1960. (Din păcate, nu apar asemenea date cu privire şi la alte ştiinţe). Înainte de Revoluţia din Octombrie, cel mai mare procent din lucrările de chimie aparţinea Germaniei — 34%, după care urmau Statele Unite — 20%, partea ce revenea Rusiei reprezentînd doar 2%. În 1960 tabloul era schimbat radical: revistele germane publicau 6%, cele americane 28%, iar cele sovietice 18%.

În aceşti ani şi fizica a beneficiat de o dezvoltare viguroasă, ceea ce s-a reflectat în aceeaşi măsură în revista noastră. Chiar dacă JETF şi-a sporit volumul, tot nu putea cuprinde toate lucrările ştiinţifice de fizică. Din anul 1925, au început să apară în ţara noastră reviste specializate pe diferite domenii ale ştiinţelor fizicii. Prima a fost „Jurnal tehniceskoi fiziki" (Revista de fizică tehnică), apoi au apărut reviste de optică, mecanică, cristalografie şi de o serie de alte specialităţi. În prezent apar cel puţin 25 de asemenea reviste. Practic nu există un domeniu mai important al fizicii care să nu aibă la noi revista sa de specialitate. În figura alăturată se indică cu linie punctată creşterea volumului JETF din 1917 şi pînă în 1965. Curba continuă ne indică volumul în coli publicate — al tuturor revistelor pe domenii de fizică. (Căderea bruscă pe care o indică graficul, între 1942 şi 1944, este una din urmările războiului). Se vede cum din 1925 JETF încetează a mai fi unica revistă de fizică, iar în prezent volumul său reprezintă doar 10—15% din totalul celorlalte reviste.



În mod firesc apare întrebarea : este oare necesară o revistă generală de fizică, cînd avem un număr atît de mare de reviste specializate ? Viaţa ne arată că o asemenea revistă este totuşi necesară pentru dezvoltarea ştiinţei. Ideea este confirmată nu numai prin faptul că ea continuă să fiinţeze, ci şi prin apariţia în străinătate a unor reviste similare, cu tematică generală, precum „Physical Review" a Societăţii americane de fizică, deşi în S.U.A. există un mare număr de reviste specializate.

Pentru a lămuri prin ce se justifică existenţa JETF ca revistă generală de fizică în etapa de faţă a dezvoltării acestei ştiinţe, să analizăm care este rolul ei actual în ştiinţa mondială. În acest scop voi reproduce cîteva date din lucrarea originală scrisă de S. Keenan şi P. Atherton : „Literatura de fizică în reviste" [3], publicată în S.U.A. Metoda de care s-au folosit autorii se bazează pe studierea materialelor publicate în cel mai mare buletin signaletic american, „Physics Abstracts". După 1961 s-au tipărit în acest bu-

letin 20 287 referate asupra articolelor apărute în 408 reviste din 39 de țări. În lucrarea menționată se indică date cifrice asupra distribuției acestor referate pe țări, pe reviste, pe domenii ale fizicii. Din acest studiu, extins pe 156 de pagini, noi vom reproduce doar cîteva informații.

Tabelul 1

Numărul revistelor de fizică și al referatelor

	S.U.A.	U.R.S.S.	Anglia	Japonia	Franța	R.F.G. și R.D.G.	Olanda
Numărul revistelor	71	24	62	37	14	47	14
Numărul referatelor	6 316	3 317	2 729	1 560	1 268	1 240	1 043
% din numărul total al referatelor	31,14	16,37	13,45	7,69	6,32	6,11	5,23

Tabelul 2

Valorile relative ale numărului referatelor pentru principalele domenii ale fizicii, în S.U.A. și U.R.S.S.

Nr. crt.	Domenii ale fizicii	% S.U.A., din total referate	% U.R.S.S. din total referate	U.R.S.S. raportat la S.U.A.	
0	1	2	3	4	
0	Toate domeniile fizicii	31,14	16,37	0,53 (în medie)	
1	Proprietăți electronice ale corpului solid	25,0	29,7	1,19	
2	Starea solidă	25,2	26,1	1,04	
3	Proprietăți optice ale stării solide	32,1	23,4	0,73	Peste medie
4	Electricitate și magnetism	31,2	22,1	0,71	
5	Mecanică	27,6	16,6	0,60	
6	Fizică nucleară	25,4	13,8	0,54	
7	Particule elementare	31,8	17,2	0,54	
8	Raze cosmice	24,9	13,1	0,53	
9	Lichide și gaze	29,4	13,4	0,46	
10	Acustică	45,1	19,9	0,44	
11	Tehnologii și materiale	40,6	16,9	0,42	
12	Proprietăți magnetice ale corpului solid	33,5	13,1	0,39	
13	Căldură și procese termice	41,2	15,3	0,37	
14	Optică	35,4	11,9	0,34	

0	1	2	3	4	
15	Fizică matematică	27,2	8,8	0,32	
16	Fizică generală	52,6	10,6	0,20	
17	Astrofizică	35,8	7,3	0,20	Sub medie
18	Atomi și molecule	45,5	8,6	0,19	
19	Matematică	35,1	6,7	0,19	
20	Chimie fizică	49,7	6,4	0,13	
21	Geofizică	36,5	4,9	0,13	
22	Biofizică	66,2	2,9	0,04	

În tabelul 1 sînt cuprinse, în procente față de numărul total, referatele care provin din următoarele țări: S.U.A., U.R.S.S., Anglia, Japonia, Franța, R.F.G. și R.D.G., Olanda. (Dealtfel, contribuția celorlalte țări este nesemnificativă.) Din acest tabel se vede că din U.R.S.S. și S.U.A. împreună provin 47,5% din totalul referatelor, ceea ce reprezintă practic jumătate din numărul lucrărilor de fizică publicate. Trebuie totodată să ținem seama că au fost luate în considerație numai 24 de reviste sovietice, număr mai mic decît cel real.

Folosind datele din aceeași lucrare [3], am comparat contribuția S.U.A. și a U.R.S.S. pe diferitele domenii principale ale fizicii, calculată de asemenea pe baza referatelor din „Physics Abstracts". Rezultatele sînt reproduse în tabelul 2. În cea de-a treia și a patra coloană sînt prezentate pe domenii procentele față de totalul referatelor celor două țări, aparținînd acestor domenii, reproduse de „Physics Abstracts"; ultima coloană înfățișează numărul referatelor din revistele sovietice raportat la numărul referatelor din revistele americane.

Evident, toate aceste date trebuie preluate în mod critic, ținînd seama că ele au fost obținute pe baza unui buletin signalectic american. La întocmirea acestui buletin, articolele publicate în alte limbi decît engleza au fost mai greu încorporate, date fiind dificultățile de limbă. Totodată, o asemenea metodă formală de comparație nu permite să se țină seama nici de calitatea lucrărilor științifice. Dar, chiar în aceste condiții,

este evident că, în mare, noi ocupăm locul al doilea în fizică, iar în cercetările de corp solid sîntem în frunte. Această metodă de comparație mai scoate însă în evidență rămînerea noastră în urmă în cîteva domenii, cum ar fi geofizica și biofizica. Așa încît chiar și această metodă aproximativă de studiere a literaturii științifice din reviste furnizează un material interesant și util pentru organizarea științei, pentru planificarea acesteia.

Materialele cuprinse în lucrarea realizată de S. Keenan și P. Atherton permit, de asemenea, să se aprecieze însemnătatea diferitelor reviste în contextul mondial al dezvoltării fizicii prin numărul articolelor din respectivele reviste care au fost recenzate de „Physics Abstracts", cifre incluse în lucrarea menționată. Astfel, dintre revistele sovietice, pe primul loc se situează JETF (toate articolele publicate în această revistă beneficiază de referate), pe al doilea loc revista „Fizika tviordogo tela" (Fizica corpului solid), iar pe al treilea loc, „Dokladî Academii Nauk S.S.S.R." (Analele Academiei de Științe a U.R.S.S.).

Considerația internațională de care se bucură JETF este confirmată și de faptul că, începînd cu 1955, ea este tradusă în întregime în limba engleză, așa cum se face în prezent cu o serie întreagă de publicații științifice de frunte. La început, aceste traduceri apăreau subvenționate de Fondul național american al științei, dar din 1964 au devenit o publicație independentă din punct de vedere financiar.

Chiar dacă și-a păstrat caracterul său general, JETF, și-a schimbat, bineînțeles, conținutul de-a lungul celor 100 de ani de existență și pe măsură ce fizica se dezvoltă. De aceea este firesc să ne punem întrebarea : pentru ca JETF să rămînă în continuare utilă, care trebuie să fie sarcinile sale ca revistă nespecializată, ce conținut trebuie să aibă, în condițiile în care la noi există în prezent cîte o revistă pentru fiecare domeniu al fizicii, reviste în care s-ar putea tipări oricare dintre articolele pe care le publică JETF ?

S-ar părea că răspunsul firesc ar fi următorul: în fizică, la fel ca într-o serie de alte ştiinţe, există cercetări a căror importanţă depăşeşte limitele de interes ale oamenilor competenţi din diferitele sale domenii de specialitate. Acestea ar putea să reprezinte fie descoperirea unor fenomene noi, fie metode originale de cercetare, fie generalizări teoretice de mare anvergură ş.a.m.d. Tocmai acesta este genul de lucrări ce trebuie publicate în reviste cum sînt JETF sau „Physical Review". De aici se vede că activitatea redacţională la o asemenea revistă îşi are specificul său, care ar consta tocmai într-o alegere corespunzătoare a acestor lucrări.

Bineînţeles deci că selectarea lucrărilor ştiinţifice pentru o revistă ca JETF pune pe umerii colectivului său redacţional o răspundere mai mare decît în cazul unei reviste specializate. În acest scop e nevoie să avem o componenţă mai largă a colegiului redacţional, pentru a fi competent în mai multe domenii ale fizicii. La aprecierea lucrărilor sînt neapărat necesare referate din partea unor specialişti în domeniul respectiv. Pentru a asigura obiectivitatea referenţilor, trebuie pus la punct un sistem care să dea acestora garanţia unui demers pe deplin confidenţial. Practica mai arată că, într-o serie de cazuri, aprecierile referenţilor nu pot fi decisive pentru redacţie. Aceasta se întîmplă, de exemplu, atunci cînd autorii articolelor sînt ei înşişi savanţi de prim ordin în domeniul respectiv. Dar chiar şi într-un asemenea caz opinia referentului este demnă de luat în seamă, deoarece ea ne semnalează modul în care cercurile de specialişti vor întîmpina această lucrare.

Adeseori, articolul poate fi deosebit de valoros, dar insuficient de explicit scris pentru o categorie largă de fizicieni. Este general acceptat că orice lucrare ştiinţifică destinată publicării trebuie să îndeplinească următoarele condiţii: dacă lucrarea are caracter experimental, atunci în ea trebuie prezentate suficiente date pentru ca un om de ştiinţă calificat să poată reproduce experimentele

deja efectuate; dacă lucrarea are caracter teoretic, atunci se cuvine a fi clar exprimate ipotezele de bază, pe care s-a clădit raţionamentul ştiinţific, iar prelucrările matematice trebuie reproduse suficient de detaliat pentru ca un teoretician corespunzător calificat să poată reface calculele şi să verifice rezultatele. Dar pentru JETF, revistă citită de un cerc destul de larg de oameni de ştiinţă, articolul trebuie să mai îndeplinească o condiţie: el trebuie să fie accesibil nu numai specialiştilor din domeniul respectiv, ci şi cercetătorilor care lucrează în alte domenii. Lucrul acesta se realizează de obicei prin extensia părţii introductive, în care, într-o formă mai accesibilă, se face o apreciere mai generală asupra problemelor ridicate în lucrare şi asupra rezultatelor obţinute. De mai multe ori aceste exigenţe sînt primite fără plăcere de autori, ştiut fiind că nu de puţine ori nici măcar un mare savant nu este capabil să-şi expună clar şi inteligibil propriile idei.

Selecţia lucrărilor se face de colectivul redacţional după criteriile menţionate. Articolele care nu prezintă suficientă generalitate sînt respinse, ele reprezentînd circa 40% din lucrările intrate în redacţie. Un asemenea număr de lucrări restituite autorilor se explică şi prin necesitatea de încadrare într-un anumit volum al revistei (care în prezent este de 300 de coli tipografice pe an). Dar printr-o asemenea selecţie se asigură un termen de publicare suficient de scurt. La JETF, ca şi la revistele similare din alte ţări, acest termen este de circa cinci-şase luni. În principal, acest interval de timp este reclamat de obţinerea referatelor şi de redactarea articolelor. În cazurile cînd hotărîrea colegiului redacţional se deosebeşte de opinia competentă a conducerii unei instituţii ştiinţifice, atunci biroul colegiului redacţional studiază cu deosebită grijă articolele şi adoptă o hotărîre definitivă. În condiţiile actuale, lucrărilor care au fost refuzate de către JETF nu le este închis drumul spre publicare, dat fiind că

toate acestea pot fi tipărite într-una dintre revistele specializate pe domenii. Eforturile actuale ale fizicienilor de a-şi publica lucrările în JETF se explică prin faptul că acceptarea unei lucrări la această revistă este considerată de comunitatea ştiinţifică ca o înaltă apreciere la adresa lucrării.

Viaţa ne-a mai arătat că, date fiind ritmurile actuale ale activităţii ştiinţifice şi din cauză că marile probleme ale fizicii se cercetează prin cooperare internaţională, termenul de publicare de şase luni nu este îndeajuns de scurt. De aceea, aşa cum s-a făcut deja în S.U.A., noi am organizat în 1965 publicarea aşa-numitelor „Pisma v JETF" (Scrisori către Revista de fizică teoretică şi experimentală), revistă alcătuită din articolaşe de numai 3—4 pagini, tipărite la rotaprint. Aceste caieţele, de patru coli tipografice, apar de două ori pe lună ; termenul de publicare în acest caz este de 1—2 luni. În acest fel, se publică într-un an pînă la 400 de articole.

Pentru asemenea „Scrisori" este organizat un colegiu redacţional special, condus de academicianul A. S. Borovik-Romanov. Pentru a menţine un termen de publicare scurt, trebuie să lucrăm fără a recurge la opiniile referenţilor. Astfel, în afară de aprecierea valorii ştiinţifice a lucrării, trebuie hotărît şi asupra oportunităţii unei publicări rapide. Această revistă asigură mai bine, prin publicare, prioritatea cercetărilor şi, ca urmare, se bucură de o mare popularitate printre cercetători. Din acest motiv, la publicaţia „Scrisori" soseşte un mare număr de articole, dintre care sîntem nevoiţi să returnăm pînă la 60%.

Analiza tematicii articolelor publicate în JETF ne arată că cel mai mare număr dintre acestea se referă la fizica corpului solid — 46%, apoi urmează articolele asupra plasmei — 21%, articolele de optică (în principal despre laseri) — 21%, articolele de fizică nucleară — 9%. În fizică, la fel ca şi în alte ştiinţe, există întotdeauna domenii de cercetare care, într-o anumită perioadă, se dezvoltă cu o mai mare intensitate. Acum 30 de ani un asemenea domeniu era fizica

nucleară, acum este fizica corpului solid, plasma și laserii. Distribuția articolelor din JETF se supune acestor tendințe.

În rezumat, considerăm că există suficiente temeiuri pentru a afirma că JETF, în forma actuală, ca revistă generală de fizică, chiar și după 100 de ani de existență, continuă să fie necesară și să contribuie la dezvoltarea științei noastre. Este însă greu să fim convinși că lucrul acesta va fi valabil și în viitor, dat fiind că multe semne indică apropierea unei crize a metodelor din sfera informării științifice.

Activitățile științifice au luat o amploare atît de mare, încît difuzarea informațiilor științifice în principal cu ajutorul revistelor devine greoaie. Potrivit curbei din figura de la pagina 96, numărul revistelor crește continuu, către anul 2000 urmînd să treacă de un milion. Crește, de asemenea, repede, și numărul revistelor de semnalare, care ar ajunge către anul 2000 la 3 000 de titluri. După cum se vede, și acest mijloc de informare își epuizează posibilitățile. Se simte din ce în ce mai mult necesitatea de a atrage la rezolvarea acestei probleme noi metode de informare, bazate pe tehnica electronică modernă, ca de pildă calculatoarele electronice și teleimprimatoarele. Mai departe, evident, odată cu extinderea cooperării științifice internaționale, informarea va trebui să se realizeze tot mai mult la scară mondială, în mod centralizat. Acestei probleme trebuie să-i acordăm o mare atenție, dat fiind faptul evident că o informare de calitate reprezintă unul din factorii de bază care asigură științei o dezvoltare eficientă, însoțită de succes.

BIBLIOGRAFIE

1. Price, D. *Little Science, Big Science*, New York, 1963.
2. Țipeniuk, Iu. M. *Iz istorii „Jurnala russkogo fiziko-tehniceskogo obșcestva"* — JETF. JETF, vol. 64, nr. 3 (1973).
3. Keenan, S., Atherton, P. *The journal Literature of Physics*, New York, 1964.

ELEMENTELE FUNDAMENTALE ALE ORGANIZĂRII CERCETĂRILOR ȘTIINȚIFICE ȘI MODUL LOR DE ÎNFĂPTUIRE ÎN U.R.S.S.

Articol publicat în revista „Dedalus" a Academiei americane de Arte și Științe

1973

Epoca în care trăim este denumită epoca revoluției științifico-tehnice, ca o recunoaștere a faptului că știința, impactul ei asupra progresului tehnic, reprezintă principala forță motrice a culturii și civilizației. Așa se explică și atitudinea guvernelor — îndeosebi ale celor din țările dezvoltate — care consideră dezvoltarea științifică drept una din sarcinile lor principale.

După impresia generală, pentru dezvoltarea eficientă a cercetărilor științifice este nevoie de un mod specific de organizare, esențial diferit de alte sisteme organizatorice. Înșiși oamenii de știință au fost primii care au început să se intereseze de chestiunile legate de organizarea cercetărilor, dat fiind că, în fond ei sînt primii în măsură să înțeleagă și să aprecieze corect valoarea măsurilor organizatorice necesare pentru dezvoltarea activităților științifice din domeniul de specialitate al fiecăruia. Din aceste motive, în toate țările, modul de organizare a cercetării științifice este pus la punct cu participarea directă a oamenilor de știință. Experiența ne-a arătat că, în țările în care cercetătorii au fost atrași în mai mare măsură la perfecționarea organizării științei, s-au obținut succese mai spectaculoase în dezvoltarea acesteia.

Măsurile organizatorice în vederea intensificării cercetărilor științifice ar putea fi grupate în trei categorii principale :

1 — selecția și formarea cadrelor de cercetare ;

2 — dezvoltarea prioritară a acelor direcții de cercetare care răspund cel mai bine cerințelor, pe de o parte ale etapei respective de dezvoltare a științei în lume, iar pe de altă parte, ale culturii și industriei în țara respectivă ;

3 — asigurarea condițiilor materiale necesare pentru desfășurarea cercetărilor științifice : unități de cercetare, construcția de aparatură, informația științifică etc.

Evident, aceste măsuri organizatorice sînt adoptate în mod diferit pentru diferitele domenii ale cercetării științifice. În plus, structura socială și economică a țării își pune amprenta asupra caracteristicilor modului de organizare a științei.

Există însă un aspect care este poate cel mai important și de care ține dezvoltarea normală a cercetării științifice din orice țară a lumii. Este vorba de faptul că știința este unică, iar toate cuceririle sale reprezintă, în ultimă instanță, succese ale întregii omeniri. Caracterul internațional al realizărilor științei duce nu numai la cooperarea oamenilor de știință din toate țările, indiferent de natura orînduirii sociale a țării, el mai creează obligația ca realizările dintr-un anume domeniu științific, dintr-o țară, să fie corespunzătoare nivelului cercetărilor respective pe plan mondial.

Selecția și formarea cadrelor de cercetare

Dintre aspectele organizatorice sus-menționate ale cercetării științifice, cel mai important este selecția și pregătirea cadrelor de cercetători. Viața însăși arată că acest gen de activitate asigură în cel mai înalt grad un nivel ridicat și eficiența cercetării științifice. Din păcate însă, deocamdată, acestui factor i se acordă mai puțină atenție decît s-ar cuveni.

Cercetarea științifică face parte din acele domenii de activitate umană care nu poate fi prestată eficient decît de oameni cu însușiri de crea-

tor. Este general cunoscut că în domeniul artelor, literaturii, muzicii nu pot lucra cu succes decît un număr relativ redus de persoane, înzestrate cu talent creator. Situaţia este aceeaşi în ştiinţă, unde de asemenea nu pot repurta succese decît oamenii dăruiţi.

Astfel, pentru dezvoltarea benefică a cercetării ştiinţifice, trebuie selecţionaţi, ca şi pentru sectoarele artistice, oameni dotaţi cu aptitudini creatoare. După cum îşi poate da seama oricine, în acest caz selecţia este mai greu de realizat. În artă selecţia o realizează însăşi viaţa, aprecierea valorii nefiind de obicei legată de activităţi organizatorice speciale, întrucît scrierile slabe pur şi simplu nu sînt citite, muzica compozitorilor fără talent nu este ascultată ş.a.m.d. În domeniul ştiinţei însă, aprecierea realizărilor unei persoane din punctul de vedere al aportului creator este mult mai complexă. Chiar dacă aprecierea se face şi în acest caz de către societate, ea se realizează prin intermediul unui grup restrîns de oameni de ştiinţă, competenţi în domeniul respectiv de activitate ştiinţifică. Se cere realizată o structură organizatorică special orientată către selecţionarea de cadre de creaţie ştiinţifică, care să ia în considerare opinia grupului de specialişti care lucrează în acelaşi domeniu cu candidatul. Între problemele organizării cercetării ştiinţifice recrutarea de cadre ştiinţifice pe baza aptitudinilor lor creatoare este una din cele mai grele.

Într-adevăr, se pot repurta succese într-un anumit domeniu de activitate ştiinţifică numai cu oameni dăruiţi de natură sub aspect creator, dar viaţa ne-a arătat că numărul acestor persoane este redus. Chiar dacă acest număr este diferit de la o ţară la alta, în toate cazurile el rămîne un foarte mic procent din populaţia ţării respective.

Revoluţia tehnico-ştiinţifică reclamă desfăşurarea pe un front tot mai larg a cercetării ştiinţifice ; or, pentru aceasta este nevoie de un număr tot mai mare de lucrători ştiinţifici. Prin urmare, întrucît alegerea corespunzătoare a cadrelor de

cercetători dintre oamenii talentaţi sub raportul creativităţii determină eficienţa muncii de cercetare, principala sarcină a muncii de organizare a cercetării ştiinţifice constă în utilizarea corcspunzătoare a potenţialului de oameni dăruiţi cu putere de creaţie din populaţia ţării.

Cum însă această rezervă umană este limitată, trebuie să luăm toate măsurile pentru ca ea să fie cît mai deplin folosită. În acest scop trebuie, în primul rînd, să ştim să creăm condiţiile pentru ca oamenii dotaţi pentru munca de cercetare să se simtă atraşi către activitatea ştiinţifică ; în al doilea rînd, să organizăm această selecţie în conformitate cu aptitudinile creatoare ale oamenilor, iar în al treilea rînd, să creăm condiţii speciale pentru instruirea tinerilor cu potenţial de creaţie, în aşa fel încît însuşirile lor native să fie puse în valoare şi dezvoltate în cît mai mare măsură.

În toate ţările avansate există în prezent şcoli speciale pentru profesiunile artistice, ca şi instituţii speciale de învăţămînt superior — academii de artă, conservatoare etc. — în care elevii sînt selectaţi încă de la vîrste fragede, cînd calităţile lor artistice încep să iasă la iveală, deschizîndu-se astfel perspectiva dezvoltării lor depline în continuare. Largi condiţii similare pentru tineretul talentat din domeniul ştiinţei nu s-au creat încă la noi, deşi se simte nevoia de a iniţia o asemenea acţiune de promovare şi selecţie, la scară naţională.

Deoarece depistarea şi formarea cadrelor ştiinţifice trebuie socotite factorii determinanţi pentru eficienţa cercetării ştiinţifice, în articolul de faţă mă voi opri în principal asupra acestui element şi voi arăta ce se face în această direcţie în U.R.S.S.

Putem observa că problema depistării şi formării cadrelor de cercetare depinde relativ puţin de sistemul social al unei ţări, dat fiind că în prezent în ţările capitaliste, ca şi în cele socialiste, educarea tinerei generaţii se află în mîinile statului. În aceste condiţii, chestiunile puse în discuţie au o valoare generală.

În zilele noastre, cel mai răspîndit sistem de selecționare și formare a cadrelor științifice, sistem care funcționează în diverse țări în forme puțin deosebite între ele este similar cu cel din Uniunea Sovietică. Viitoarele cadre de cercetători învață laolaltă cu studenții universităților sau institutelor de învățămînt superior tehnic și doar la sfîrșitul studiilor, pe baza aptitudinilor dovedite, sînt selecționați cei apți pentru activitatea științifică, care sînt îndrumați către aspirantură. În cadrul aspiranturii ei vin pentru întîia oară în contact cu munca științifică și abia aici pot începe să-și pună în evidență posibilitățile creatoare. Disertația pentru obținerea titlului de candidat în științe și susținerea acesteia definesc măsura în care aspiranții sînt potriviți pentru o activitate de creație științifică. Acest sistem are o serie de neajunsuri.

Principalul neajuns este că talentele sînt remarcate și dezvoltate abia de la vîrsta de 23—25 de ani, cînd omul este deja format; calitățile creatoare în domeniul științei, chiar dacă se manifestă ceva mai tîrziu decît cele artistice, sînt suficient de evidente chiar la vîrsta de 18—19 ani, deci îndată după terminarea școlii medii. (Excepție face matematica pură, pentru care, ca și pentru muzică, aptitudinile se pot observa de la o vîrstă și mai timpurie). În acest mod, în decursul a 4—5 ani de învățămînt, tocmai la vîrsta la care creierul este mai receptiv, potențele creatoare ale individului nu au condițiile necesare pentru a se dezvolta.

Un alt neajuns al acestui sistem este că foarte puține institute de învățămînt superior dispun de cadre didactice care să fie în același timp și cercetători științifici. Or, experiența arată că pedagogul obișnuit nu posedă calitățile care să-i permită evaluarea și educarea trăsăturilor creatoare la tineretul studențesc. Tocmai de aceea, un asemenea sistem era valabil în etapele anterioare, cînd era nevoie de un număr restrîns de cadre științifice și nu se punea un prea mare accent pe eficiența muncii cercetătorului. De cele

mai multe ori tinerii talentați au o atracție firească pentru știință și, ca urmare, își creează drum către aceasta din proprie inițiativă și independent de învățămîntul de rutină. Datorită creșterii amploarei cercetărilor științifice și creșterii masive a cererii de cadre științifice, a sosit momentul să procedăm la fel ca în cazul muzicienilor sau pictorilor, adică să creăm institute de învățămînt superior speciale pentru educarea și instruirea lucrătorilor științifici.

Un asemenea institut a fost creat pentru prima oară la Moscova, acum 25 de ani : Institutul de fizică tehnică. El pregătește cercetători pentru diverse specialități ale fizicii. Acolo învață în prezent circa 3 000 de studenți. El a fost creat din inițiativa unui grup de oameni de știință care lucrează ca cercetători — fizicieni, chimiști, mecanici și de alte specialități — în aceste domenii ale științei și tehnicii care, dezvoltîndu-se extrem de rapid, erau determinante pentru revoluția științifico-tehnică care se desfășoară acum.

Și eu m-am ocupat îndeaproape de organizarea acestui institut și aș vrea să enunț aici principiile care au stat la baza creării sale, ca și problemele care s-au ridicat cu această ocazie și să arăt în ce mod au fost rezolvate. Dat fiind interesul destul de general pe care îl comportă aceste chestiuni, le voi prezenta ceva mai în detaliu.

Prima, și poate cea mai grea dintre problemele care se pun, este însăși selecționarea tinerilor admiși să urmeze acest institut. În acest scop trebuie elaborat un sistem de examene care să scoată în evidență cît mai bine posibil aptitudinile creatoare ale individului.

Școala medie își propune ca sarcină principală să dea tineretului, pe baza unei programe analitice bine stabilite, anumite cunoștințe ; măsura însușirii acestor cunoștințe hotărăște succesul la învățătură. Școala nu evaluează și nu dezvoltă posibilitățile creatoare ale elevului și deci absolvirea cu succes a școlii nu poate reprezenta un criteriu de selecționare a tinerilor în vederea activității științifice.

Sistemul adoptat de noi se întemeiază, ca peste tot, pe examene-concurs, dar acestor examinări li se dă un anumit specific, pentru ca cel examinat să poată scoate în evidență eventualele sale însușiri de creație. Se acordă o mare atenție și alegerii examinatorilor. Ei sînt cu toții cercetători științifici, de preferință tineri capabili, deoarece noi considerăm că respectivele aptitudini creatoare nu pot fi bine sesizate decît tot de cercetători științifici în plină forță de muncă. În acordarea calificativelor la examenele de la disciplinele de bază se atribuie o importanță deosebită rezolvării cu succes a temelor de matematică și fizică. Pentru fiecare candidat care a obținut măcar note satisfăcătoare, proba decisivă din concurs o constituie o discuție cu un grup de doi-trei examinatori. Această convorbire are scopul de a aprecia gradul de dezvoltare intelectuală a candidatului, natura înclinațiilor sale și predispoziția sa pentru gîndirea științifică. Convorbirea trebuie să se desfășoare în modul cel mai firesc, pentru ca timiditatea sau nervozitatea să nu-l împiedice pe candidat să-și manifeste trăsăturile sale individuale. La acest institut concurența este de obicei foarte mare : pentru 500 de locuri se înscriu de opt ori mai mulți candidați. Un număr atît de mare de înscriși oferă un material considerabil pentru selecție. Ceea ce mai ridică calitatea elementelor selecționate este faptul că tinerii dăruiți de natură sub raport creator se îndreaptă către institutul nostru pe baza unei atracții firești, înnăscute, pentru munca de cercetare.

Dar alegerea tinerilor pentru munca științifică nu se încheie odată cu promovarea examenului de admitere. De fapt, selecția are loc după parcurgerea primilor doi ani de învățămînt. Acești doi ani se desfășoară pe baza unei programe cuprinzînd discipline de bază precum matematica, fizica experimentală și teoretică, mecanica, rezistența materialelor, limbile străine ș.a., la toate acestea acordîndu-se o mai mare atenție seminariilor și lucrărilor practice. În general ne

străduim ca prelegerile și întregul proces de învățămînt la aceste discipline să fie realizat cu personal didactic asociat, care lucrează în principal ca cercetători în institutele de cercetare științifică. Noi am aplicat și aici principiul potrivit căruia un învățămînt creator pentru formarea de tineri lucrători științifici se poate înfăptui cu succes numai cu participarea directă a cercetătorilor științifici.

După primii doi ani de învățămînt are loc selecția, cu ocazia examenului de stat pentru fizică. Principalul rol al acestui examen nu este de a verifica care este volumul cunoștințelor acumulate, ci de a vedea în ce măsură este studentul capabil de a folosi aceste cunoștințe. În acest scop examenul se desfășoară într-un mod mai puțin obișnuit. Examenul este oral, particularitatea constînd în aceea că, pentru a rezolva problemele ce i s-au dat sau pentru a pregăti răspunsurile la întrebările ce i s-au pus, studentul are latitudinea de a folosi cărți, reviste, notițe, ba poate chiar solicita și unele consultații. La examinare studentului i se cere doar să înțeleagă foarte clar la ce domeniu al fizicii trebuie să facă apel pentru a putea rezolva problemele puse, cu cunoștințele de care dispune. Problemele nu sînt din cele obișnuite: întrebarea finală are un sens destul de general și, ceea ce este mai important, se cere studentului să indice calea de rezolvare și să facă o estimare cantitativă a soluției căutate. La acest examen studentul are libertatea de a-și alege modul în care dorește să răspundă. Pe această cale se poate constata în ce măsură este studentul în stare să studieze independent și să aprofundeze o problemă științifică. Un asemenea examen reprezintă deja un mijloc mult mai temeinic de apreciere a aptitudinilor tinerilor respectivi pentru cercetare. În ultimii ani procedeul de susținere a acestor examene de stat s-a modificat oarecum: rezolvarea problemelor a fost trecută în cadrul unui examen scris separat.

În general circa 10% dintre studenți nu promovează aceste examene. Acestora li se dă dreptul

de a trece, fără nici un examen, în anul III al oricărui alt institut de învățămînt superior, la alegere.

În continuare, instruirea studenților nu se mai face la institut, ci în laboratoare de cercetare, în care, pe baza opțiunilor lor, sînt distribuiți în grupe mici. Acestea sînt laboratoare specializate, care se află, de obicei, în marile institute de cercetări. Noi avem cîteva zeci de asemenea institute, în care se organizează catedre de specialitate ce asigură atît instruirea în continuare a studenților pe baza unei anumite programe de învățămînt, cît și participarea lor la munca de cercetare științifică. În felul acesta studenții sînt pregătiți în institutul de învățămînt superior doar la disciplinele generale (economie, limbi străine ș.a.), în vreme ce pregătirea de specialitate se desfășoară în întregime în institutele de cercetare.

În aceste institute studenții sînt ghidați mai ales de oameni de știință tineri, care le țin prelegeri sau conduc seminariile. Cum într-un asemenea institut sînt pregătiți la o anumită specialitate 5 pînă la 15 studenți, între studenți și educatori se stabilesc strînse relații personale. În afara activităților din programul didactic, studenții încep să ia parte la munca științifică, la început ca laboranți, pentru ca mai tîrziu să li se încredințeze misiuni mai independente. Studentul susține examenele și probele aplicative tot la institutul de cercetări. Pregătirea sa în institut se întinde pe durata a trei ani, încheindu-se cu pregătirea și susținerea lucrării de diplomă.

Pregătirea fiecărui student este tratată în mod individual. Ciclul normal de absolvire a institutului se întinde pe șase ani, dar dacă un student dovedește însușiri deosebite, atunci, pe baza recomandării conducerii institutului de cercetare în care își definitivează pregătirea, el poate trece la pregătirea și apoi la susținerea lucrării de diplomă înainte de parcurgerea întregului interval de timp. Au fost cazuri cînd unii studenți au absolvit institutul cu un an — un an și jumătate înaintea termenului prevăzut.

Studenţii absolvenţi capătă titlul de ingineri-fizicieni şi, de regulă, sînt angajaţi de un institut de cercetare ştiinţifică pe funcţii legate de munca de cercetare. Pe baza acestui sistem de educare şi instruire, studentul care a absolvit acest institut nu numai că este iniţiat în stilul de muncă din cercetarea ştiinţifică, dar şi particularităţile talentului său s-au vădit deja. El poate astfel, după absolvire, să-şi aleagă mai bine direcţiile viitoare de activitate.

Pentru cei mai dotaţi dintre absolvenţi începe etapa următoare de ridicare a calificării lor ştiinţifice — stagiatura. În mod obişnuit, institutul de cercetare în care s-au format îşi alege pentru stagiatură dintre absolvenţii care au obţinut diploma pe cîţiva dintre cei ce s-au evidenţiat. Stagiarul este detaşat pentru doi ani în acest institut şi, dacă el se dovedeşte un cercetător capabil, el poate fi angajat definitiv sau poate să fie admis la aspirantură.

Aspirantura durează trei ani, iar după susţinerea disertaţiei, aspirantul capătă titlul de candidat în ştiinţe. În acest fel, selecţia şi pregătirea cadrelor se desfăşoară tot timpul paralel cu prestarea unei munci de cercetare ştiinţifică, iar experienţa ne-a arătat că în modul acesta vom putea forma şi în continuare cadre ştiinţifice bine pregătite.

În decursul celor 25 de ani de existenţă a acestui institut noi am urmărit cu atenţie evoluţia absolvenţilor săi şi ne-am convins astfel că un asemenea sistem de pregătire a tineretului talentat prezintă avantaje deosebite faţă de sistemul existent de pregătire din institutele politehnice şi universităţi.

Cred că prezintă interes să menţionez că sistemul înfăţişat mai sus are încă unele posibilităţi viitoare de perfecţionare.

Viaţa ne-a arătat că nu toate aptitudinile tinerilor pentru cercetarea ştiinţifică sînt dezvoltate şi folosite. Este general acceptat că în fizică există două direcţii de bază, potrivit cărora noi

pregătim fizicieni-teoreticieni și fizicieni-experimentatori. Dezvoltarea actuală a fizicii ne-a arătat că o asemenea diviziune este deja insuficientă. Pentru experimentele moderne de mare anvergură se cere construirea unor instalații-unicat complexe cum sînt : acceleratori, camere pentru observarea particulelor elementare, reactori nucleari, aparatură complexă radioelectronică pentru studierea razelor cosmice, solenoizi supraconductori criorezistivi și o serie de alte asemenea instalații. În vederea realizării cu succes a acestora nu e suficient să avem fizicieni, este nevoie să pregătim fizicieni-constructori de instalații.

Într-un viitor apropiat, fără nici o îndoială se va pune problema educării și pregătirii organizatorilor necesari pentru coordonarea colectivelor de cercetare științifică. Rezolvarea unei serii întregi de probleme științifice de cea mai mare însemnătate pentru contemporaneitate este legată de înfăptuirea unor experimente la care participă un mare număr de oameni de știință. Succesul unei asemenea acțiuni poate fi asigurat numai dispunînd de un coordonator talentat. Nu este suficient ca acesta să fie un cercetător valoros ; el trebuie să fie dăruit de natură cu talentul de a coordona un colectiv, asemenea unui manager.

Aptitudinile de creator necesare pentru conducerea colectivelor de cercetare amintesc foarte bine de talentul și rolul regizorului în cinematografia contemporană. Pentru realizarea de filme este necesară alegerea și armonizarea jocului unui mare număr de actori. Această muncă este efectuată de regizor, al cărui talent organizatoric condiționează, dealtfel, însuși succesul filmului. În prezent, caracterul creator al talentului regizorilor nu este cu nimic mai puțin apreciat și recunoscut decît talentul celor mai buni actori.

Există deja o serie de cercetări științifice de mare anvergură la care participă un personal extrem de numeros (cum este, de exemplu, cercetarea spațiului cosmic) și în care conducătorul, savantul-organizator joacă rolul cel mai important și asigură succesul activităților. Pentru moment

rolul conducătorilor de instituții sau colective științifice nu este suficient recunoscut ; de obicei, reușita unei acțiuni de cercetare științifică este atribuită în mod greșit doar anumitor lucrători științifici participanți. Situația va trebui remediată în viitor, fără îndoială. Nu numai că va trebui să acordăm o înaltă prețuire activității coordonatorului și organizatorului unei cercetări științifice, dar va trebui să-i selecționăm dintre oamenii de știință și să-i pregătim în probleme de conducere a științei. Aceasta trebuie să devină una dintre cele mai importante sarcini în domeniul organizării cercetării științifice.

Desfășurarea tot mai largă a revoluției științifico-tehnice este legată de sporirea activităților de cercetare. Datele statistice ne arată că, în prezent, în organizațiile legate de cercetarea științifică, atît în U.R.S.S., cît și în S.U.A., lucrează circa un milion de oameni, iar această cifră crește fără încetare. Întrucît pe de o parte, eficiența muncii de cercetare este determinată în primul rînd de posibilitățile creatoare ale oamenilor de știință participanți, iar pe de altă parte numărul celor dotați sub raport creator în rîndurile tineretului unei țări este limitat și reprezintă doar o cîtime redusă din populația țării, unul dintre cele mai importante obiective ale muncii de organizare a cercetării științifice este atragerea, pe cît posibil, a întregului tineret cu aptitudini pentru activitatea științifică. În acest scop trebuie să facem astfel ca funcția cercetătorului științific să fie suficient de tentantă ; el nu trebuie să fie numai bine remunerat, dar, mai ales, trebuie să-i creăm în societate o poziție înaltă și respectată. În mai mică sau în mai mare măsură, această evoluție are loc în toate țările dezvoltate.

Problema pentru a cărei rezolvare mai sînt încă destule de făcut este perfecționarea sistemului de selecționare a tineretului cu aptitudini creatoare. În institutul nostru, după cum am arătat mai înainte, noi rezolvăm aceasta pe calea unor examene-convorbire, special organizate. Dar acest sistem nu este încă suficient de sigur și este

departe de a oferi posibilitatea depistării celor mai talentați dintre tinerii cu înclinații creatoare din țară.

S-ar putea îmbunătăți sistemul deplasînd această selecție către ultimele clase ale școlii medii. Dificultatea în realizarea acestei acțiuni constă în faptul că personalul didactic al unei școli obișnuite nu este pregătit în vederea educării calităților creatoare ale tinerilor. De aceea, putem acționa pentru educarea în sens creator a tineretului școlar numai din afara școlii. Pînă una, alta, unul dintre cele mai bune mijloace rămîne organizarea „olimpiadelor" destinate elevilor din clasele superioare. Acestea sînt întreceri în materie de rezolvare a problemelor de matematică și de fizică, construirea de aparate, observații astronomice, ca și în alte forme de manifestare a interesului elevilor față de creația științifică. Ele antrenează cea mai mare parte a școlarilor. Aceste olimpiade sînt organizate de cîte un grup de oameni de știință și nu numai că permit scoaterea la iveală a celor mai talentați tineri cu aptitudini creatoare, dar deschid tineretului gustul pentru rezolvarea problemelor științifice. La noi, ca dealtfel și în S.U.A., aceste concursuri au luat o mare amploare, fapt care trebuie salutat.

Cercurile pentru elevii din clasele superioare, care acum se organizează pe lîngă diferite discipline în universități sau în alte institute de învățămînt superior influențează și ele favorabil interesul față de problemele științei. Cum aceste cercuri sînt de obicei conduse de oameni de știință tineri, elevii se familiarizează și cu procesul de creație științifică. E adevărat însă că aceste cercuri nu pot cuprinde decît un număr limitat de elevi, dat fiind că ele pot funcționa doar în orașele unde există instituții de învățămînt superior.

În sfîrșit, să menționăm că acum se studiază atragerea ca personal asociat a unor tineri oameni de știință, în principal aspiranți, la procesul didactic al ultimelor clase ale școlilor medii. Se prevede chiar obligativitatea pentru aspiranți de

a participa la predarea în şcolile medii a unor ştiinţe precum fizica, matematica, biologia sau chimia. Această participare a tinerilor savanţi la procesul de învăţămînt nu numai că va contribui la dezvoltarea aptitudinilor creatoare native ale tinerilor, dar va crea posibilitatea de a descoperi încă de pe treptele şcolilor medii pe elevii cei mai talentaţi şi apţi pentru activitatea ştiinţifică. Este evident că un asemenea sistem va fi util nu numai pentru şcolari, ci şi pentru însişi aspiranţii, care, trebuind să explice tinerilor principalele legităţi din ştiinţă şi fundamentarea lor teoretică şi experimentală, vor fi obligaţi să le pătrundă ei înşişi foarte bine. Aceasta deoarece este bine ştiut că a învăţa pe alţii presupune întotdeauna a te învăţa întîi pe tine, predarea fiind ea însăşi cel mai bun mijloc de control al însuşirii cunoştinţelor.

Alegerea tematicii cercetărilor

Să trecem acum la discutarea celei de-a doua şi a treia chestiuni fundamentale ale organizării cercetării ştiinţifice, enunţate la începutul articolului. Dat fiind că modul de rezolvare a acestor chestiuni este deja în suficientă măsură stabilit şi cunoscut, mă voi opri asupra lor pe scurt.

După cum spuneam, al doilea factor de organizare a ştiinţei îl constituie alegerea tematicii de cercetare, în concordanţă cu direcţiile de bază ale dezvoltării ştiinţei mondiale şi cu cerinţele culturale ale ţării. Sistemul organizatoric menit să îndeplinească aceasta trebuie să fie în măsură să aprecieze importanţa unei tematici ştiinţifice, valoarea unui om de ştiinţă şi a unei realizări ştiinţifice.

Este evident că o asemenea activitate organizatorică nu poate fi efectuată în mod corespunzător decît de către un colectiv alcătuit el însuşi din oameni de ştiinţă, aşa cum se face dealtfel peste tot. Ea este îndeplinită de organizaţii şi organe ştiinţifice cum sînt academiile de ştiinţe, societăţile ştiinţifice, consiliile ştiinţifice şi alte

asemenea organe științifice colective. Aceste organe funcționează în toate instituțiile, pe principii democratice. După discutarea problemelor, opinia organului colectiv se stabilește prin vot.

Acest sistem este unanim acceptat în rezolvarea aspectelor legate de creația științifică și, după toate aparențele, este singurul care poate fi corect. El se dovedește deosebit de corespunzător în aprecierea valorii personale a lucrătorilor științifici. Tocmai de aceea, toate posturile mai importante într-o instituție științifică se ocupă pe bază de alegeri, prin vot secret. Distribuirea pe funcții și activități a cercetătorilor științifici obișnuiți și a celorlalți membri ai personalului de cercetare se face pe baza principiului conducerii unice. Este însă interesant de observat că acest sistem este considerabil mai centralizat în țările cu sistem socialist, decît în cele cu sistem capitalist. De pildă, în U.R.S.S., Academia de Științe este o organizație centralizată cu împuterniciri foarte largi. În atribuțiile sale intră numirea, pe baza votului secret, a directorilor și a altor funcționari de răspundere în cercetarea științifică, în toate instituțiile științifice importante ale țării. Chiar dacă acordarea gradelor științifice de candidat și doctor în științe se face de către consiliile științifice ale institutelor de cercetare în urma susținerii unor disertații, această acțiune este sever controlată de Comisia superioară de atestare, organ unic pe întreaga Uniune Sovietică. Ea se compune din oameni de știință și adoptă deciziile prin vot.

Într-o țară socialistă, alegerea tematicii de cercetare se găsește și ea, pînă la un anumit nivel, sub un control social centralizat. Astfel, pe calea avizării planurilor de cercetare, Academia de Științe dirijează activitatea științifică a tuturor institutelor sale, care se ocupă precumpănitor de cercetarea fundamentală. Problematica necesară pentru rezolvarea sarcinilor din tehnică, agricultură, producția industrială ș.a. este concentrată în institutele de pe lîngă diverse ministere și la Comitetul de

stat pentru știință și tehnică. Aceste organisme au propriile lor consilii științifice, care, pe baza acelorași principii democratice, dirijează activitatea științifică.

Prin urmare, într-un stat socialist procesele de stabilire a tematicii de cercetare și de selecție a cadrelor sînt sensibil mai centralizate decît în organizarea capitalistă a industriei, unde aceleași chestiuni sînt hotărîte de organele de conducere, în conformitate cu interesele marilor corporații.

Centralismul, specific sistemului socialist, prezintă o serie de serioase avantaje, cum ar fi, de exemplu, posibilitatea de control la scară națională a paralelismelor dăunătoare în activitatea de cercetare, posibilitatea de aplicare la scară națională a cuceririlor științei, posibilitatea de a rezolva importante probleme științifice prin coordonarea eforturilor unui mare număr de instituții științifice aparținînd mai multor ministere ș.a.m.d. Dar centralismul ascunde în sine și unele laturi dăunătoare. Se reacționează anevoios față de măsurile stabilite, iar un asemenea sistem organizatoric este expus birocratismului. E drept, împotriva acestor aspecte se poate lupta. Cele mai active mijloace sînt critica și controlul obștesc.

Aprecierea unor lucrări de cercetare se face din totdeauna și în toate părțile prin dezbaterea valorii lor pe baza unor articole sau comunicări în reuniuni largi ale oamenilor de știință, nu numai în consiliile științifice ale institutelor, ci în cercuri și mai largi, la sesiuni științifice, congrese, simpozioane etc. Aprecierea lucrărilor care constituie contribuții la știința mondială se desfășoară la întîlniri internaționale ale oamenilor de știință, cum sînt sesiunile sau congresele științifice, aceste evaluări fiind de obicei cele mai obiective și exercitînd o mare influență asupra organelor de decizie.

Unul din mijloacele cele mai eficace de stabilire a valabilității unor orientări în cercetare, ca și a rezultatelor cercetării, îl constituie circulația informației științifice. Ea se realizează prin revistele științifice, prin corespondență și mai ales

prin contactele personale dintre savanți, prin vizitarea reciprocă a laboratoarelor de cercetări.

Așadar, conlucrarea internațională a oamenilor de știință și a colectivelor de cercetători din toate țările unde se desfășoară cercetarea științifică a fost și va fi întotdeauna cel mai eficace sistem de dirijare socială a muncii științifice, care determină întotdeauna nivelul ei mondial.

Există opinia că introducerea în practică a cuceririlor științei reprezintă criteriul de apreciere a activităților științifice. Părerea mea este că lucrul acesta este valabil doar în anumite cazuri. Asimilarea de către industrie a realizărilor științifice, și mai ales a marilor descoperiri, se face cu o asemenea întîrziere, încît asimilarea nu mai acționează asupra lucrărilor de cercetare concomitente. De multe ori, în perioada cînd anumite realizări sînt introduse în industrie, cercetătorul sau colectivul în cauză și-au și schimbat tematica de cercetare.

Mijloacele materiale ale cercetării

Al treilea factor fundamental în organizarea cercetării științifice îl reprezintă mijloacele sale materiale. Prin aceasta înțelegem retribuția personalului de cercetare și auxiliar, investițiile în construcții pentru cercetare, dotarea cu aparatură, organizarea informării științifice și toate cele similare, care presupun cheltuiala unor mijloace de plată. După cum se știe, în țările socialiste aceste fonduri se planifică centralizat. În țările capitaliste, aceste mijloace provin atît de la stat, cît și din surse particulare. În ambele situații se pune însă întrebarea: cît să cheltuim în total pentru știință?

Din datele publicate, se știe că în U.R.S.S., în S.U.A. și într-o serie de alte țări dezvoltate, se cheltuiește pentru toate genurile de activități științifice aproximativ 3% din venitul național brut. (Dealtfel nu există încă mijloace certe de estimare a acestei sume).

În prezent, se poate considera ca bine verificat faptul că creşterea volumului mijloacelor materiale alocate duce la creşterea numărului lucrătorilor angajaţi în cercetare, dar este totodată bine ştiut că în acest mod eficienţa respectivelor cheltuieli scade. Există chiar şi opinia că rezultatele activităţii institutelor de cercetare sînt proporţionale cu logaritmul numărului de cercetători ştiinţifici. Aceasta se explică prin faptul că, la început, au fost atraşi în munca de cercetare oamenii cei mai talentaţi, dar cum numărul persoanelor dotate sub raport creator este limitat, la fel este limitat şi numărul cercetătorilor productivi. Părerea mea rămîne că amploarea rezultatelor activităţilor ştiinţifice dintr-o ţară este determinată în principal de numărul oamenilor cu aptitudini creatoare ce participă la cercetarea ştiinţifică.

Pentru ca un cercetător să lucreze cu maximă eficienţă, se va cheltui pentru activitatea sa o anumită sumă medie de bani. (De exemplu, pentru fizicieni această sumă este de circa 30 000 de dolari pe an). Prin urmare, dacă numărul lucrătorilor ştiinţifici productivi este limitat, iar dacă pentru fiecare dintre aceştia se cheltuieşte o anumită sumă, atunci se poate determina şi suma globală pe care o anumită ţară o poate cheltui cu bune rezultate pentru cercetare. Este foarte posibil ca cele trei procente pomenite mai sus să fie suficiente pentru aceste cheltuieli. Dacă, perfecţionînd recrutarea şi formarea de cadre ştiinţifice din rîndurile tineretului, va creşte numărul de cadre corespunzînd cerinţelor acestui gen de activitate, va trebui probabil să mărim această proporţie a cheltuielilor de cercetare din totalul venitului naţional.

Toate aceste aspecte ar putea căpăta o rezolvare mai temeinică dacă ar exista o metodă de determinare a eficienţei cercetării ştiinţifice, similară celei care există pentru activităţile industriale. În acest caz, valoarea cheltuielilor necesare pentru cercetare ar rezulta dintr-un simplu calcul aritmetic.

S-au făcut nenumărate asemenea tentative de apreciere a eficienței, atunci cînd cercetarea era legată direct de rezolvarea unor probleme practice ale industriei. Dar chiar și în aceste cazuri calculele efectuate nu erau suficient de convingătoare.

S-ar părea că am mai putea aprecia cantitativ eficiența activității unei instituții științifice în felul următor. Cercetarea științifică este în fond o căutare creatoare și, de aceea, pînă să găsim soluția la problema cercetată, sîntem nevoiți să facem o serie de încercări care nu ne duc la rezolvarea problemei. Raportul dintre numărul încercărilor însotite de succes și numărul total al tentativelor, deci inclusiv al eșecurilor, poate fi de asemenea privit ca un coeficient pentru aprecierea eficacității cercetărilor științifice. El nu poate fi absolutizat, căci la rezolvarea problemelor științifice grele, complexe, acest coeficient va fi inevitabil mic și nu va fi caracteristic pentru activitatea respectivelor colective științifice. Dar atunci cînd acest coeficient este fără încetare egal cu zero, respectivul institut trebuie neapărat desființat.

Personal mă îndoiesc că în domeniul creației științifice, ca dealtfel și în domeniul creației artistice, se va putea găsi un mijloc de apreciere cantitativă a rezultatelor obținute. Noi nu sîntem în măsură să comparăm nici măcar rezultatele bine cunoscute și general apreciate care provin de la doi mari savanți oarecare, ceea ce ar trebui să fie o problemă relativ simplă. Dar cum să compari rezultatele obținute de Newton cu cele ale lui Einstein? Aceasta este tot atît de imposibil, pe cît de puțin posibil este să compari cantitativ operele o doi mari pictori, cum ar fi de exemplu Rembrandt și Picasso.

Cu toate acestea, studierea proceselor generale ale creației științifice, ca și estimarea însemnătății realizărilor științifice, ceea ce se încearcă în prezent fără încetare, sînt absolut folositoare în orientarea muncii de organizare a cercetării

ştiinţifice. Aceste studii vor aráta însă, fără îndoială, că factorul esenţial care asigură eficienţa în dezvoltarea ştiinţei, în toate domeniile cunoaşterii, este atragerea către munca ştiinţifică a tineretului celui mai bogat dăruit de natură cu însuşiri de creator şi, totodată, priceperea în depistarea şi formarea corespunzătoare a acestui tineret.

III

EXPERIENȚELE DE FIZICĂ ÎN ȘCOALĂ

Extras din cronica asupra expoziției „Micii tehnicieni în sprijinul școlii"

1940

Elevul înțelege bine o experiență de fizică numai atunci cînd o efectuează el însuși. Dar și mai bine o înțelege atunci cînd construiește, cu mîna lui, aparatul necesar experienței. Așa încît construcția aparatelor de către elevi trebuie încurajată pe toate căile.

În legătură cu aceasta însă aș fi vrut să remarc că, în prezent, nu stăm deloc strălucit cu demonstrațiile la lecțiile de fizică din școlile medii. Există un număr de aparate de demonstrație, arhicunoscute, descrise în cursurile de fizică încă de pe vremea lui Kraevici și care sînt reproduse fără modificări pînă în ziua de azi. Mai mult, noi trebuie să ne străduim să prezentăm fenomenul fizic cît mai legat de viață. Numai în felul acesta vom putea clarifica în mintea tinerilor legătura dintre teorie și practică încă de pe băncile școlii și vom înlesni vindecarea învățămîntului nostru de cea mai gravă racilă de care suferă — caracterul său abstract, în virtutea căruia cunoștințele capătă o existență proprie, ruptă de viață.

Multe mari descoperiri ale fizicii au rezultat din observații asupra naturii. Faimoasa legendă despre Arhimede, care ar fi descoperit legea plutirii corpurilor aflîndu-se în cada de baie, repre-

zintă cu mult mai mult decît o anecdotă. Ea este una din ilustrările cele mai simple şi mai clare ale modului în care, prin observarea naturii, pot fi surprinse legile fundamentale ale hidrostaticii. Legile fizicii pot fi demonstrate cu succes şi cu ajutorul unora dintre maşinile sau aparatele de uz curent, cum sînt automobilul, tractorul, radioul, telefonul etc. De exemplu, cu ajutorul tahogeneratorului folosit pentru măsurarea vitezei la automobilele moderne se pot demonstra legile inducţiei, cu nimic mai puţin concret decît utilizînd discul lui Arago. Profesorul de fizică poate manifesta multă inventivitate şi spirit creator în alegerea dispozitivelor pentru demonstrarea diferitelor fenomene ale fizicii.

Atunci cînd copiii construiesc aparate, trebuie, după cum mi s-ar părea necesar, să acordăm o mare atenţie punerii în valoare a capacităţii lor de creaţie şi să le oferim posibilitatea de a-şi dezvolta inventivitatea, fie şi în chestiuni mai mărunte. Este incomparabil mai valoros un aparat construit în manieră artizanală, cu cele mai simple mijloace, dar cu fantezie şi gîndire proprii, decît reproducerea fidelă şi îngrijită de către acelaşi elev a modelului indicat în manualul de fizică.

CÎTEVA PRINCIPII DE EDUCARE ŞI PREGĂTIRE ÎN SPIRIT CREATOR A TINERETULUI CONTEMPORAN

Raport prezentat la Congresul internaţional pentru problemele pregătirii profesorilor de fizică din învăţămîntul mediu

1970

Este unanim acceptat că realizările ştiinţei influenţează în general nivelul de cultură al societăţii umane. În secolul al XX-lea însă, aceste

realizări sînt atît de importante, încît aplicarea lor a început să acționeze, la scara planetei, asupra însești structurii societății. Acest proces, denumit revoluția științifico-tehnică a făcut ca în prezent chestiunile învățămîntului pentru tineret să nu mai poată fi discutate separat de schimbările introduse de revoluția științifico-tehnică.

Mă voi opri la două fenomene care, apărute fiind în urma revoluției științifico-tehnice, generează, după opinia mea, cele mai radicale transformări în organizarea învățămîntului pentru tînăra generație.

După cum se știe, cea mai însemnată consecință a utilizării cuceririlor științei și tehnicii în industrie o reprezintă nivelul ridicat al productivității muncii. Aceasta rezultă în principal din înlocuirea muncii fizice a oamenilor prin acțiunea motoarelor, fapt posibil ca urmare a folosirii pe scară largă a energiei electrice. În aceste condiții, este tot mai răspîndită automatizarea, iar activitatea muncitorului a început să se reducă la comanda de la pupitre a motoarelor, a macaralelor etc. Grație acestora, productivitatea muncii omului a crescut de cîteva ori în comparație cu secolul trecut, atingînd valori foarte ridicate atît în industrie, cît și în agricultură.

Dacă în secolul trecut, 80—90% din populație locuia la sate și producea alimente în cantități abia suficiente pentru hrana proprie și a locuitorilor orașelor țării respective, în momentul de față, într-o serie de țări, cel mult 10% din populație locuiește la țară, dar satisface cu prisosință cerințele alimentare ale țării. Putem da un exemplu pentru a ilustra nivelul excepțional de ridicat al productivității muncii în industrie. Dacă numărul de automobile produse de o întreprindere modernă de specialitate ar fi împărțit la numărul de lucrători, ar rezulta că în fiecare lună fiecare muncitor realizează ceva mai mult decît un automobil.

Economiștii apreciază că, la actuala productivitate a muncii, în țările industrializate ar fi suficientă a treia sau chiar a patra parte a mun-

citorilor existenți pentru a satisface cu prisosință nevoile populației în materie de cele necesare vieții: hrană, îmbrăcăminte, locuințe, mijloace de transport ș.a. Dacă totuși în economia actuală sînt ocupați mult mai mulți oameni, aceasta se explică prin existența industriei de armament, ajutoarelor pentru țările în curs de dezvoltare, cercetării științifice, sectorului de servicii, turismului, radioului, televiziunii, cinematografiei, sportului, presei etc. În prezent numărul de oameni ocupați în aceste sectoare nu este limitat pe nici o cale și el se reglează, după cum s-ar părea, prin forța de muncă disponibilă.

O productivitate a muncii atît de ridicată în comparație cu situația din secolul anterior, ca și gradul de ocupare mai mic al populației active creează posibilitatea ca, în epoca noastră, să mărim considerabil durata învățămîntului pentru tînăra generație.

În Anglia secolului trecut, pe atunci cea mai industrializată țară, numai o mică parte a populației, cea mai înstărită, își putea permite ca descendenții săi să-și dedice studiului tinerețea, pînă la 20—23 de ani. Majoritatea tinerilor lucrau în industrie sau în agricultură încă de la 14 ani. Aceasta a fost și soarta lui Faraday, care la 14 ani era ajutor de maistru într-o legătorie de cărți. Pe timpurile acelea, ziua de muncă se întindea pînă la 12—14 ore.

Pentru oricare dintre țările dezvoltate de azi, nu există nici o limită de ordin economic care să le împiedice să dea tineretului propriu nu numai o instruire completă prin terminarea la 16—18 ani a școlii medii, ci chiar posibilitatea de a urma învățămîntul superior, pînă la 20—23 de ani.

Sporirea serioasă a numărului de studenți care se observă în prezent în țările cu un grad înalt de dezvoltare a devenit posibilă în mare măsură datorită valorii ridicate a productivității muncii. În aceste țări, în ultimii zece ani, numărul celor care urmează învățămîntul superior s-a dublat. Extrapolînd această creștere, s-ar putea trage concluzia că, peste cîteva decenii se va

ajunge la generalizarea învățămîntului superior. Acest fapt va exercita o puternică influență asupra organizării întregului învățămînt și în special asupra învățămîntului mediu.

Sporirea actuală a bogăției sociale pe seama nivelului ridicat al productivității muncii și dezvoltarea producției bunurilor de larg consum duc la o creștere neobișnuită a venitului pe cap de locuitor. Bunăstarea populației crește fără încetare. Chiar dacă în unele țări există șomaj și sărăcie, acestea trebuie puse pe seama imperfecțiunilor sistemului social și nu a lipsei posibilităților economice ale țării.

Creșterea bunăstării populației ridică însă o nouă problemă socială, aceea a timpului liber. Despre această problemă se discută mult în prezent, deși încă nu s-a găsit o soluție unanim acceptată ; cu toate acestea este incontestabil că problema în cauză este strîns legată de cea a învățămîntului și educației tineretului.

Schematizînd, această problemă ar putea fi prezentată astfel : durata medie de ocupare a individului în producție este de circa 7—8 ore din cele 24 ale zilei. Dacă mai presupunem că pentru somn el folosește 7—8 ore, pentru mese, transport ș.a. circa două ore, atunci omul dispune într-o zi de circa șapte ore timp liber. Duminica rămîne, ca și pînă acum, pentru odihnă. Timpul liber se va extinde însă, pe măsură ce productivitatea muncii va continua să crească. De exemplu, astăzi, această creștere are loc pe seama utilizării dispozitivelor electronice de calcul. O serie de economiști și sociologi întrevăd în acest fenomen o nouă posibilitate de creștere, revoluționară, a productivității muncii, atît în industrie, cît și în sectorul serviciilor.

Cum durata de ocupare a oamenilor în producție va continua să scadă, în scurtă vreme timpul liber va ajunge să depășească timpul ocupat în producție. Problema socială care s-a și pus este de a asigura oamenilor condițiile de folosire rațională a timpului lor liber.

În maniera sa strălucită, Aldous Huxley a atras de mult atenţia asupra acestei probleme. Cine a citit cartea sa „Brave New World" [1], îşi poate aminti că în „minunata lume nouă" problema timpului liber era rezolvată: populaţia se îndeletnicea cu sportul, cu diferite spectacole ce fac apel la instinctele primare şi cu erotismul, consumul de narcotice fiind totodată considerat normal. Conducătorii „minunatei lumi" din cartea lui Huxley îşi fixează ca principal ţel să îndepărteze pe muncitori de problemele sociale. În acest scop, încă din fragedă pruncie ei erau dezvăţaţi să trăiască în mod independent şi să gîndească în mod critic.

Această anticipare realizată de Huxley cu privire la problematica timpului liber începe să prindă formă în zilele noastre în cele mai dezvoltate ţări industriale [2]. În aceste ţări bunăstarea populaţiei creşte şi ea repede, dar în rîndurile unei foarte mari părţi a populaţiei are loc o prăbuşire a cerinţelor spirituale şi sociale tradiţionale, crescînd din ce în ce mai mult frecvenţa consumării de narcotice. Timpul liber şi prosperitatea sînt folosite în mod iraţional, îndeosebi de către tinerii fără preocupări culturale. Băieţii şi fetele care ajung la vîrsta maturităţii se plictisesc repede de spectacolele sportive şi de music-hall. Ei nu mai întîlnesc nici o opreliştе în dezlănţuirea sexualităţii. Se dezvoltă în exces tot felul de „pasiuni" precum automobilul, aparatul foto, aparatul de filmat, de radio etc., înlesnite de standardul ridicat de viaţă, însă folosirea lor nechibzuită duce la stingerea rapidă a interesului. Conştienţi de bunăstarea familiei, tinerii nu încearcă îngrijorare pentru ziua de mîine, dispare necesitatea luptei pentru existenţă; în aceste condiţii tineretul nu-şi mai pune probleme prin rezolvarea cărora să-şi dezvolte forţele şi voinţa.

Toate aceste elemente luate laolaltă fac ca pentru tineri viaţa să fie lipsită de un suport interior statornic. În plus, în conformitate cu normele morale tradiţionale ale lumii capitaliste, şcoala şi familia, prin educaţie, dezvoltă la om indivi-

dualismul; din această cauză tinerii nu sînt interesați de asemenea idealuri de larg interes social precum slujirea umanității, a științei, a artelor. Astfel, sfera de preocupări a omului este redusă, viața acestuia este lipsită de conținut. Consumul din ce în ce mai mare de narcotice de către tineri oferă o senzație trecătoare de desprindere de viață, dar totodată distruge sistemul nervos al individului, ceea ce agravează starea lui depresivă permanentă. Crește neîncetat delincvența în rîndurile tineretului.

Devine astfel pe deplin limpede de ce tineretul începe să protesteze împotriva unei asemenea situații. Primele simptome ale nemulțumirii tineretului împotriva orînduirii sociale existente au apărut mai demult, în forme bine cunoscute: beatnicii, hippy ș.a. Deși aceste fenomene nu au avut un caracter de masă, ele nu pot apărea decît în societățile în care există o pletoră de mijloace materiale și timp liber. Aceste fenomene sînt totodată semnificative pentru atitudinea tinerei generații de negare a modului de viață mic-burghez.

Mult mai semnificative și mai serioase au fost mișcările studențești care în prezent trebuie apreciate ca un important fenomen social, de care pînă și guvernele trebuie să țină seama. După datele statistice existente, încă din anii 1968—1969, în SUA circa 55% din absolvenții de licee urmau în continuare un institut de învățămînt superior. În momentul de față, în instituțiile de învățămînt superior de diferite grade din S.U.A. învață 7,5 milioane de tineri [3]. În acest fel, prin numărul lor, studenții reprezintă o importantă forță socială și politică.

Studierea revoltelor studențești care au cuprins cea mai mare parte din învățămîntul superior în toate țările capitaliste dezvoltate a dezvăluit că la aceste mișcări a avut o largă participare partea cea mai înstărită a studențimii [4]. Din aceasta putem trage concluzia că nemulțumirile nu sînt de origine economică, ci, de fapt, ele exprimă dezacordul cu ideologia actuală a orînduirii sociale existente. Preceptele pe baza cărora

tineretul este îndemnat să-şi ducă viaţa nu-i oferă idealuri demne de a fi urmate. Individualismul, propriu societăţii capitaliste, dezvoltă în oameni tendinţa spre îmbogăţire şi nu dă naştere unor înalte idealuri sociale.

Cîndva religia imprima direcţia ideologică a activităţii sociale a omului, dar în prezent, datorită mai ales cuceririlor ştiinţei, a devenit clar pentru majoritatea oamenilor primitivismul doctrinelor care stau la baza credinţei religioase. De aceea religia mai satisface în prezent o parte tot mai mică a societăţii.

Mişcarea studenţească are în momentul de faţă un caracter de revoltă, întrucît tineretul nu a găsit încă idealurile şi structura socială pentru care să merite să lupte. Procesul de clarificare ideologică abia a început şi va mai dura vreo cîţiva ani.

Astfel se pare că societatea contemporană nu este încă pregătită pentru a da o bună întrebuinţare mijloacelor materiale şi timpului liber pe care i le-a pus la dispoziţie revoluţia ştiinţifico-tehnică. Unii sociologi burghezi relevă deja indiciile unei degenerări a societăţii în ţările capitaliste cele mai dezvoltate. În ultima vreme au apărut şi se dezvoltă tot mai mult cercetări sociologice asupra abundenţei şi timpului liber. Cum creşterea în continuare a bunăstării materiale a omenirii şi, în directă conexiune cu aceasta, sporirea timpului liber nu mai poate fi oprită, toţi cercetătorii consideră acest proces drept un mare pericol, dacă va fi lăsat să evolueze în voia lui. Unii cercetători nu văd nici o ieşire din această situaţie şi ajung la concluzia că acest proces constituie faza finală şi moartea civilizaţiei moderne [5]. Există chiar păreri potrivit cărora nepriceperea oamenilor de a-şi folosi bunăstarea şi timpul liber ar putea să ajungă la fel de periculoasă ca un război atomic generalizat.

Evident, asemenea concluzii sînt insuficient fondate şi premature. Se poate ieşi din această situaţie mergînd în două direcţii opuse. Prima este cea atît de clar exprimată de Huxley în utopia

sa : satisfacerea, în timpul liber, doar a celor mai primare necesităţi ale maselor de oameni, necesităţi de ordin animalic, ca şi educarea din copilărie a dezinteresului faţă de problemele spirituale sau sociale. A doua cale, complet opusă, este reprezentată de educarea la oameni, încă din tinereţe, a unor nevoi spirituale superioare, aşa încît ei să fie capabili să utilizeze belşugul şi timpul lor liber cu folos pentru societate şi în mod interesant pentru ei înşişi. În acest scop este nevoie să le arătăm oamenilor — şi în special tinerilor — sensul existenţei, să le dezvoltăm interesul pentru rezolvarea problemelor sociale, să le educăm trăsăturile spirituale frumoase, necesare pentru receptarea ştiinţei şi a artelor. Fără îndoială, omenirea progresistă va păşi pe acest drum.

Cum formarea şi dezvoltarea calităţilor morale ale omului se realizează mai ales prin şcoală, aceasta este de fapt sarcina nouă pe care revoluţia ştiinţifico-tehnică o pune în faţa şcolii şi instituţiilor de învăţămînt superior. Pînă acum optica faţă de învăţămînt era — am putea spune — de tip utilitarist. Tînărul era instruit pentru îndeplinirea eficientă a sarcinilor sale profesionale de inginer, medic, jurist etc. Instruirea va avea ca scop folosirea cu conştiinciozitate şi eficienţă a timpului de muncă. A sosit momentul ca învăţămîntul superior să-l înveţe pe fiecare om să-şi folosească posibilităţile materiale şi timpul liber în mod interesant pentru sine şi util pentru societate.

Cum trebuie să se desfăşoare un asemenea învăţămînt ? Deocamdată e greu să dăm un răspuns precis la această întrebare, dar caracterul general al soluţiei poate fi întrevăzut.

După părerea mea şi după cum indică experienţa de viaţă, cei mai satisfăcuţi de munca lor sînt creatorii : savanţii, scriitorii, pictorii, artiştii, regizorii şi alţii ca ei. După cum bine se ştie, oamenii ce practică asemenea profesii nu-şi separă net timpul în două componente : timp în care exercită profesiunea şi timp în afara profe-

siunii. Ei trăiesc prin munca lor, pe care o consideră rostul propriei lor existențe. Orice muncă devine interesantă, atrăgătoare, din momentul în care cuprinde elemente de creație. *Desigur, într-o asemenea discuție, creația trebuie înțeleasă în sens larg, în felul în care ea apare la orice om, în orice activitate pentru care omul nu este anume pregătit și are de hotărît de unul singur cum să procedeze.*

Știm cu toții că atunci cînd industria modernă capătă un caracter de masă, pentru ca munca colectivului să se desfășoare normal, omul trebuie să execute toate operațiile strict după instrucțiuni. În aceste condiții, lucrătorul individual nu se poate afirma creator, producția de masă este pentru muncitor lipsită de interes, depresivă. Faptul este bine ilustrat în filmul lui Chaplin „Timpuri noi".

Unii utopiști emiteau ideea, cu multă vreme în urmă, că fiecare cetățean va fi ocupat în producție numai o parte a timpului, cealaltă fiind dedicată unor activități de creație în domeniul științelor sau artei. O asemenea idee este utopică, întrucît experiența vieții a arătat că, pentru a depune o activitate utilă în domeniul artelor sau științei este necesar să ai talent or, doar o mică parte a oamenilor sînt dăruiți de natură astfel încît să poată lucra la nivelul profesional al unor oameni de știință, proiectanți de mașini, pictori, scriitori, artiști etc. Tocmai de aceea problema care se pune este alta : cum să conferim un caracter de creație activităților din timpul liber al cetățeanului oarecare, așa încît el să fie îndrăgostit de aceste activități și să-și folosească cu chibzuință timpul respectiv ?

Tot viața este cea care arată că o activitate creatoare în timpul liber este perfect posibilă pentru majoritatea indivizilor. Ea se poate desfășura fie pe tărîmul acțiunilor sociale, fie în domeniul tehnico-științific, fie în scopuri umanitare. Există deja mulți oameni care și-au consacrat timpul lor liber unor asemenea activități.

Dar după cum se poate observa, oamenii care au un minimum de pregătire şi, mai ales, au formată deprinderea de a introduce în activitatea lor elemente de creaţie, îşi pot petrece în mod interesant timpul lor liber.

Pentru a demonstra această afirmaţie, voi da un exemplu simplu. În prezent există foarte mulţi oameni care în timpul liber fac excursii. Să spunem că turistul are ocazia să vadă un oraş interesant; pentru a i se părea şi lui interesant, turistul trebuie să fie întrucîtva pregătit, de pildă să cunoască istorie. El va simţi o mai mare satisfacţie atunci cînd va interpreta personal cele văzute, le va compara cu istoria cunoscută sau cu realizările prezentului. Pentru ca plăcerea lui să fie deplină, el trebuie să se pregătească pentru aceasta, iar activitatea respectivă trebuie să corespundă posibilităţilor sale creatoare.

Astfel, sarcina învăţămîntului nu va mai trebui să constea doar în a oferi omului cunoştinţe multilaterale, necesare pentru ca el să devină un cetăţean complet, ci şi în dezvoltarea la om a unei gîndiri independente, atît de necesară pentru un contact creator cu lumea înconjurătoare.

De regulă, posibilităţile creierului indivizilor sub raport creator se vădesc de timpuriu şi ele pot fi cultivate încă în şcoala medie, însă caracterul lor specific şi orientarea lor predilectă se determină de obicei către 18 ani. Din aceste motive învăţămîntul superior, care începe tocmai la o asemenea vîrstă, trebuie să fie deja un învăţămînt specializat, în concordanţă cu posibilităţile indivizilor. Dar pentru ca fiecare om să fie pregătit să-şi folosească timpul liber, statul va trebui să creeze tuturor posibilitatea de a urma învăţămîntul superior, fără a se preocupa dacă lucrul acesta este sau nu folositor pentru profesiunea pe care o practică fiecare.

Lăsînd acum la o parte chestiunile generale legate de marea însemnătate socială a educaţiei tineretului în spiritul creaţiei, aş vrea să vă împărtăşesc cîte ceva din experienţa mea, acumulată de-a lungul unei îndelungate activităţi ştiinţifice şi

organizatorice şi, prin exemple sugestive, să sugerez cum cred eu că ar trebui să se desfăşoare predarea pentru ca aceasta să nu fie doar o îndesare în capetele elevilor a unor informaţii faptice şi o memorare mecanică a legilor naturii, ci o educare a însuşirilor creatoare la tînăra generaţie.

Această problemă mă preocupă de multă vreme, nu atît în legătură cu nevoia de a educa la oameni capacităţile lor creatoare, ci cu creşterea în zilele noastre a posibilităţilor materiale şi a timpului liber, despre care v-am vorbit ceva mai înainte.

Aspectul fundamental în dezvoltarea activităţilor ştiinţifice l-a constituit şi îl va constitui alegerea corespunzătoare şi instruirea tineretului pentru acest gen de creaţie.

Cum educarea omului începe de fapt în şcoala medie, să analizăm în linii generale cum trebuie să fie înfăptuit acest proces pentru ca educaţia să răspundă misiunii încredinţate de a dezvolta la şcolari o gîndire independentă.

Pînă de curînd sarcina principală a învăţămîntului mediu era acumularea de către elevi a unui volum de cunoştinţe din diferite domenii, necesare fiecărui absolvent pentru a deveni un cetăţean valoros al ţării sale. Pentru educarea trăsăturilor creatoare ale omului, este necesară o abordare a învăţămîntului diferită de la individ la individ, ceea ce complică extrem de mult procesul de învăţămînt.

Destul de devreme reiese dacă posibilităţile de creaţie ale fetelor sau băieţilor sînt îndreptate către ştiinţele exacte, ori către artele plastice, ori către literatură. Şcoala este, desigur, datoare să ţină seama de această diferenţiere şi să evite pe orice căi frînarea înclinaţiilor firești ale elevilor. Eu am pornit întotdeauna de la ideea că, pentru educarea viitorului om de ştiinţă, dezvoltarea capacităţilor sale creatoare are o excepţională importanţă ; în acest scop ele trebuie stimulate încă de pe băncile şcolii şi, cu cît se va începe mai devreme, cu atît va fi mai bine.

Educarea aptitudinilor creatoare ale omului se întemeiază pe dezvoltarea unei gîndiri independente. După părerea mea, această dezvoltare poate avea loc în următoarele direcţii principale: capacitatea de generalizare ştiinţifică, adică inducţia, capacitatea de a utiliza concluziile teoretice pentru a prevedea evoluţia proceselor din practică, adică deducţia şi, în sfîrşit, evidenţierea contradicţiilor dintre generalizările teoretice şi procesele care au loc în viaţă, adică dialectica.

Materiile cele mai potrivite pentru a dezvolta la tineri o gîndire creatoare în ştiinţele naturii sînt matematica şi fizica, pentru că prin rezolvările de probleme şi exerciţii se formează din copilărie o gîndire independentă. Dacă ar fi să comparăm rezultatele în dezvoltarea gîndirii independente la tinerii care s-au dedicat matematicii şi respectiv fizicii, s-ar părea că fizica este mult mai apropiată de viaţă şi oferă posibilitatea studierii ştiinţifice a proceselor din lumea înconjurătoare. La fizică elevul are ocazia ca, încă de la lucrările de laborator, să facă, pe baza observaţiilor, generalizări de nivel teoretic (metoda inductivă de studiere a naturii). Rezolvarea problemelor obişnuieşte pe şcolari cu gîndirea deductivă. Pentru dezvoltarea gîndirii dialectice, profesorul poate arăta pe bază de exemple cum contradicţiile dintre reprezentările de natură teoretică şi rezultatele experimentale duc în fizică la noi descoperiri ştiinţifice.

Fizica este o materie de învăţămînt extrem de potrivită pentru educarea iniţială la tineri a gîndirii creatoare în domeniul ştiinţelor naturii. De aceea, buna organizare a predării fizicii în şcoli devine o sarcină de căpetenie.

Toată lumea este de acord că lucrările practice şi seminariile contribuie serios la dezvoltarea gîndirii creatoare în fizică. Cu menţiune specială trebuie să amintim rezolvările de probleme şi olimpiadele, care permit să depistăm în modul cel mai eficace posibilităţile creatoare ale tineretului. Experienţa ne-a arătat însă că problemele

care sînt cuprinse de obicei în culegerile de fizică nu prezintă întotdeauna caracteristicile necesare pentru dezvoltarea gîndirii independente. De cele mai multe ori, ele se reduc la introducerea datelor problemei în anumite formule pentru a căpăta răspunsul. Independența elevului în rezolvare se reduce doar la alegerea corectă a formulei în care să introducă datele.

După opinia mea, problemele ar trebui formulate mai puțin limitat, oferind elevului posibilitatea să aleagă în mod independent, din experiență, datele care îi sînt necesare pentru rezolvarea problemei. Iată cîteva exemple de astfel de probleme simple. Se propune să se determine puterea necesară motorului care antrenează o pompă, pentru ca jetul de apă să poată stinge un incendiu care a cuprins o clădire cu cinci etaje. Sau alta: ce dimensiuni trebuie să aibă o lentilă cu ajutorul căreia razele soarelui strînse în focarul ei să poată decăli o sîrmă de fier? În aceste cazuri elevul, pe baza experienței sale de viață, sau pe baza indicațiilor auxiliare, va trebui să-și aleagă datele ce-i sînt necesare. Eu am supus probleme de acest gen studenților, evident, ceva mai complicate. De-a lungul anilor, ei le-au cules și le-au tipărit într-o broșură [6]. Aceste probleme nu cer o rezolvare exactă, ele suscită o dezbatere vie și de aceea plac foarte mult studenților. O culegere de probleme similară s-ar putea alcătui și pentru școlile medii.

În prezent, pentru o mai bună pregătire a tinerilor capabili de cercetare științifică, au început să se creeze în Uniunea Sovietică și în alte țări ale lumii școli speciale pentru tinerii deosebit de înzestrați. În domeniul artistic lucrul acesta se justifică, dat fiind că aptitudinile de creație artistică în muzică, arte plastice ș.a.m.d. se depistează de regulă cu mult mai devreme decît înclinațiile către o gîndire creatoare într-un anume domeniu al științei. Din păcate însă, școlile create pentru un tineret dotat, de elită, în domenii ca matematica, fizica, chimia sau biologia se pot dovedi chiar dăunătoare. Latura lor negativă

constă în următoarele: o şcoală lipsită de elevii cei mai buni este ca un organism care a pierdut mult sînge, o asemenea acţiune repercutîndu-se puternic asupra nivelului întregii şcoli. Aceasta se explică prin faptul că elevul fruntaş poate să dăruiască din timpul său pentru ridicarea propriilor săi colegi cu mult mai mult timp decît însuşi profesorul, iar într-ajutorarea dintre elevi are loc simplu şi fără vreo tensiune a relaţiilor. Nu o dată elevii cu adevărat talentaţi joacă un rol mai important decît profesorul în instruirea propriilor colegi şi asta nu e totul.

După cum se ştie, în procesul de învăţămînt învaţă însuşi educatorul. Pentru a putea explica tovarăşilor tăi o teorie, trebuie mai întîi s-o înţelegi tu însuţi bine, iar abia în timpul explicaţiilor ies la iveală cel mai bine lacunele propriei asimilări. Iată de ce elevii mai talentaţi au nevoie de colegi de care să se ocupe, tocmai pentru dezvoltarea propriei capacităţi de judecată. În şcolile speciale pentru tinerii talentaţi nu mai e nevoie, de regulă, de o asemenea întrajutorare, lucru care se reflectă apoi în dezvoltarea efectivă a capacităţilor acestor elevi. În plus, mai există şi alte motive bine cunoscute care reprezintă factori de acţiune negativă în învăţămîntul desfăşurat în asemenea unităţi şcolare de elită, cum ar fi, de exemplu, apariţia la aceşti elevi a înfumurării şi vedetismului, care dăunează dezvoltării normale a tineretului [1].

---

[1] După apariţia în „Komsomolskaia Pravda" a unei părţi din această comunicare, dedicată modului de predare în învăţămîntul mediu, am primit o serie de scrisori pe această temă, din care am putut deduce că nu mi-am exprimat suficient de clar poziţia. Eu nu sînt împotriva şcolilor speciale, dar îmi închipui că obiectivele urmărite de aceste şcoli ar trebui să fie altele.

După opinia mea, şcolile speciale, în raport cu cele obişnuite, ar trebui să îndeplinească un rol analog cu cel pe care îl deţin în prezent clinicile universitare în raport cu spitalele din restul reţelei de ocrotire a sănătăţii. Clinicile studiază şi elaborează noi metode de diagnostic şi tratament, dispunînd în acest scop de personalul cel mai calificat. Rolul lor este deci de a introduce în practică metodele cele

Să nu uităm însă că rolul pedagogului rămîne esențial în educarea însușirilor creatoare ale tinerilor. În această privință ne lovim de foarte mari dificultăți, întrucît practic este imposibil să asigurăm pentru întregul învățămînt mediu numărul necesar de profesori talentați, capabili de a se ocupa în mod diferențiat de fiecare elev și de a dezvolta la tineri o gîndire independentă.

Majoritatea profesorilor de liceu își propun să predea tineretului un anumit volum de cunoștințe și să măsoare progresul școlar al elevilor prin gradul de însușire a acestor cunoștințe. Așadar nici școala nu are criteriile necesare pentru a putea aprecia independența de gîndire a elevilor. Iar găsirea de profesori care să corespundă acestui gen de sarcini puse în fața școlii este o problemă extrem de dificilă. Totuși, cred că există o cale de rezolvare a acestei chestiuni, chiar dacă nu e deloc simplă. Această cale ar trebui să fie analogă celei pe care o urmăm într-unul din institutele de învățămînt superior din Moscova, creat special pentru pregătirea lucrătorilor științifici din

---

mai avansate și de a ridica astfel nivelul asistenței sanitare în spitalele obișnuite. În vederea acestui lucru, evident, este nevoie ca clinicile să fie specializate pe diferite genuri de boli. Utilitatea și necesitatea unei asemenea diviziuni în organizarea asistenței sanitare sînt unanim recunoscute și nu mai suscită discuții. Un raport asemănător ar trebui creat și în structura învățămîntului.

Misiunea școlilor speciale trebuie să fie studierea și elaborarea metodelor avansate de instruire și educație. Este nevoie ca școlile speciale să fie încadrate cu personal didactic ales cu grijă, iar organizarea lor să fie exemplară. Desigur, în asemenea școli nu se vor putea preda în egală măsură toate disciplinele; se va proceda la o anumită specializare a lor pe discipline ca: matematica, fizica, biologia ș.a.m.d.

Consider în esență că școlile speciale au rolul de a ridica la scara unei țări întregi nivelul de predare în învățămîntul mediu. Din acest punct de vedere vor trebui considerate structura organizatorică a acestor școli, alegerea profesorilor, ca și a elevilor.

Asemenea școli specializate pentru cele mai importante domenii ale cunoașterii și care să aibă drept principală misiune elaborarea și aplicarea celor mai avansate metode de învățămînt la scară națională, vor fi cu certitudine întotdeauna necesare.

institutele de cercetări avansate, dintre care majoritatea se află sub coordonarea Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

Ideea de bază de la care am pornit este următoarea. Istoria ştiinţei a arătat că cei mai productivi savanţi sînt cei care au discipoli şi care lucrează împreună cu ei. Lucrul acesta a putut fi observat la cei mai mari învăţaţi. Mendeleev, de exemplu, a descoperit sistemul periodic al elementelor căutînd un mijloc de a descrie mai bine proprietăţile elementelor, pentru ca studenţii de la cursul său de Fundamente ale chimiei să le poată reţine uşor. Tînărul Lobacevski, pe vremea cînd preda geometria în şcoala pentru adulţi, la cursurile de nivel mediu, nu găsea o metodă pentru a-i face pe elevi să înţeleagă caracterul evident al postulatului liniilor paralele care nu se intersectează, şi în acest fel a descoperit geometria neeuclidiană. Compunînd probleme pentru studenţii la matematici, Stokes le-a propus într-una dintre acestea să demonstreze că integrala pe contur este de fapt o funcţie de mărirea fluxului care pătrunde prin acel contur. În prezent această teoremă poartă numele lui Stokes, deşi el n-a publicat niciodată demonstraţia ei, ci doar le-a cerut studenţilor s-o realizeze. După cum se ştie, această teoremă a devenit fundamentală din momentul în care a fost pusă la baza scrierii ecuaţiilor lui Maxwell. În celebrul său tratat, Maxwell, în sprijinul deducerii ecuaţiilor sale, face o referire la respectiva culegere de probleme a lui Stokes. Exemple de acest fel pot fi continuate pînă în zilele noastre. Astfel, Schrödinger a descoperit faimoasele sale ecuaţii în procesul de explicare a lucrării lui de Broglie în faţa doctoranzilor de la Universitatea din Zürich. El a făcut această prezentare la rugămintea lui Debye, care dealtfel mi-a şi povestit cum au fost descoperite principalele ecuaţii ale mecanicii cuantice.

Pornind de la această observaţie, propunem tinerilor cercetători dintr-o serie de institute de cercetare ştiinţifică să ţină în faţa studenţilor

unele prelegeri de proporţii mici şi să conducă seminarii pe anumite probleme speciale. O asemenea obligaţie nu le-ar lua mai mult de o zi pe săptămînă, pentru care ar fi şi bine retribuiţi. Apreciem că în acest context cercetătorul nu iese mai puţin cîştigat decît studentul. Au fost cazuri cînd tineri lucrători ştiinţifici au ţinut din proprie iniţiativă prelegeri de fizică în faţa elevilor din ultimele clase ale şcolilor medii ; aceste acţiuni au dat de asemenea rezultate pozitive.

Am convingerea că este perfect posibil să se organizeze predarea fizicii în clasele superioare de liceu pe baza aceloraşi principii şi atrăgînd la această acţiune pe tinerii cercetători ştiinţifici. Dificultăţile sînt de ordin organizatoric, altfel soluţia este profitabilă atît pentru elevi, cît şi pentru personalul tînăr al institutelor de cercetare. Ar trebui ca această sarcină să nu fie împovărătoare pentru lucrătorii ştiinţifici, să nu le ocupe mai mult de o zi pe săptămînă. În şcoala medie însă, această soluţie ar introduce o serie de complicaţii organizatorice în distribuirea muncii cu elevii. În acest sistem, un număr mare de persoane ar participa la predare, dat fiind că fiecare cercetător ar contribui cu o mică parte din timpul său la educarea elevilor. De aici, o serie de complicaţii în munca aparatului administrativ al şcolilor.

În încheiere, aş vrea să subliniez încă o dată : nu există nici o îndoială că pentru educarea justă a tinerei generaţii contemporane, va trebui să-i dezvoltăm aptitudinile pentru creaţie, ţinînd seama de înclinaţiile şi capacitatea fiecărui individ. Un asemenea mod de formare trebuie să înceapă încă de pe băncile şcolii şi să continue în instituţiile de învăţămînt superior.

Această sarcină este cu adevărat fundamentală, ea nu este mai puţin importantă decît problema păcii sau a prevenirii unui război atomic. De ea depinde viitorul civilizaţiei noastre, nu numai într-o singură ţară, ci pe întregul mapamond.

Pentru ca societatea să se dezvolte pe un drum al umanismului, al culturii şi al progresului so-

cial, noi, oamenii de știință și toți intelectualii trebuie să luăm parte în mod activ la elaborarea deciziilor legate de educarea sănătoasă și în spirit progresist a schimbului nostru de mîine.

BIBLIOGRAFIE

1. A. Huxley. *Brave New World*. New York, 1932 (Traducere: O. Haksli Prekrasnîi novîi mir, Ed. „Internaționalnaia literatura". No. 8 1935).
2. A. Huxley. *Brave New World Revisited*. London, 1959.
3. *Projections of Educational Statistics to 1977—1978*. Washington, 1969. pp. 12, 13, 30.
4. *Youth in Turmoil*. New York, 1969.
5. G. Stent. *The Coming of the golden Age A View of the End of Progress*. Garden City, New York, 1969.
6. P. L. Kapița. *Fiziceskie zadaci*. „Znanie", 1972.

PROFESOR ȘI STUDENT

Cuvintare rostită la banchetul absolvenților Institutului de fizică tehnică din Moscova

1963

Această serată tradițională, la care se întrunesc proaspeții absolvenți ai Institutului de fizică tehnică din Moscova și prezumptivii săi absolvenți, este alcătuită din două părți. Prima parte, cea festivă, este închinată vieții și activității institutului nostru. În cea de-a doua parte, dăm frîu liber spiritului nostru de inițiativă, ne întîlnim cu prietenii vechi și petrecem. Mie îmi revine sarcina de a contribui la prima jumătate a acestui program, care este mai puțin atrăgătoare decît a doua. Dar, tovarăși, să nu uităm că o masă bună are ca primă parte o friptură gustoasă, iar abia după aceea desertul ne oferă plăcerea cuvenită. Așa încît nu putem neglija „friptura" acestei seri, ci trebuie s-o tratăm cu toată atenția. Pentru mine, ca bucătar șef, nu este deloc o

misiune simplă să vă pregătesc friptura în numai 10—15 minute, cît se acordă acestei cuvîntări, şi să vorbesc cu seriozitate despre chestiunile care ne privesc, şi asta în aşa fel încît dumneavoastră să nu adormiţi. Există însă o serie întreagă de probleme, care, legate fiind de activitatea institutului nostru, ar trebui să ne intereseze pe toţi. Tocmai despre aceste chestiuni aş fi vrut să stăm de vorbă acum.

Ştiţi cu toţii că Institutul de fizică tehnică a fost creat acum aproape douăzeci de ani. Ideea care a stat la baza înfiinţării sale era simplă şi evidentă. Ştiinţa luase o dezvoltare excepţională atît la noi, în Uniunea Sovietică, cît şi în alte ţări; se creau multe institute noi de cercetare, aceste institute atrăgeau pe cei mai calificaţi specialişti, iar toate cercetările mai importante se desfăşurau în aceste institute. Institutele de învăţămînt superior îşi pierdeau vlaga. Ele pierdeau din cadrele didactice, mai ales profesori, ba chiar şi din aparatura cu ajutorul căreia erau instruiţi studenţii. De aceea, studenţii nu aveau posibilitatea ca încă din facultate să participe la activitatea ştiinţifică şi trebuiau să-şi înceapă această formare în institute de ramură, pentru a putea trece apoi la cercetare ştiinţifică fundamentală.

O asemenea ruptură între învăţămîntul superior şi institutele de cercetare ştiinţifică s-a dovedit extrem de dăunătoare pentru pregătirea tinerelor cadre şi, de aceea, această piedică trebuia înlăturată. Tocmai în acest scop a fost creat Institutul de fizică tehnică din Moscova, în care învăţămîntul se desfăşoară în strînsă conexiune cu cercetarea ştiinţifică, studenţii lucrează cu cea mai modernă aparatură, sînt instruiţi de oameni de ştiinţă tineri care lucrează direct în munca de cercetare şi, ulterior, cei care frecventează institutul au posibilitatea de a participa ei înşişi la cercetarea ştiinţifică încă de prin anul doi sau trei. Prin înfiinţarea acestui institut, toate neajunsurile în organizarea ştiinţei noastre prove-

nind din dezvoltarea sa rapidă au fost remediate într-o măsură importantă.

Succesul acestui sistem nu mai este acum pus la îndoială de nimeni. Noi şi noi unităţi de învăţămînt superior care funcţionează pe aceleaşi principii ca şi Institutul de fizică tehnică se deschid în Uniunea Sovietică. Totuşi, oricît de bine a funcţionat sistemul nostru în toţi aceşti ani, el mai are lipsuri serioase, împotriva cărora trebuie să luăm măsuri pentru a le face să dispară : prin urmare, sarcina noastră este de a diagnostica aceste lipsuri şi de a căuta mijloacele de remediere a lor.

Prima serie de absolvenţi ai institutului nostru are deja o oarecare vechime, aşa încît în prezent rector a devenit tovarăşul Beloţerkovski, fost absolvent al institutului. Graţie faptului că dinsul a absolvit cu succes în seria sa şi deci cunoaşte îndeaproape spiritul şi importanţa sistemului de predare şi de instruire din acest institut, este deosebit de plăcut şi de uşor de conlucrat cu el şi, ca urmare, noi analizăm deseori împreună măsurile care ar fi necesare pentru îmbunătăţirea muncii noastre.

Avem încă mari probleme cu corpul nostru profesoral ; nu reuşim deocamdată să atragem pe cei mai buni profesori în procesul de instruire a tineretului. Apoi, mai există un neajuns despre care o să vă vorbesc imediat. Institutul încă nu îndeplineşte toate sarcinile pe care ar putea să le îndeplinească. Aş încerca deci să vă vorbesc şi despre aceste sarcini. În ceea ce priveşte alegerea profesorilor, după cum bine ştiţi şi voi, avem şi profesori buni, avem şi mediocri, ba întîlnim chiar şi submediocri. În privinţa aceasta nu este nimic de făcut, aşa va fi întotdeauna.

Ceea ce este însă cel mai grav, e faptul că predarea disciplinelor de bază nu este asigurată la un nivel corespunzător. Cu mai multă vreme în urmă, prelegerile la materiile fundamentale din institutele de învăţămînt superior — fizica generală, chimia, matematica, mecanica — erau încredinţate celor mai iluştri savanţi şi se considera

o deosebită cinste să fii titularul unor asemenea catedre. În prezent situația nu mai este aceeași, fără să ne putem da seama din ce motive. Din punctul de vedere al educării tineretului este foarte important ca bazele cunoașterii într-un domeniu să fie puse de un mare savant, care în felul acesta ar transmite tinerilor tocmai cele necesare pentru a clădi în continuare. Or, se știe că, dacă temelia unei clădiri nu este îndeajuns de solidă, întreaga clădire nu are rezistența necesară.

Cum să procedăm oare pentru ca situația să se îndrepte, cum să asigurăm participarea celor mai buni profesori, a celor mai valoroși savanți, a celor mai buni pedagogi? Am fi tentați să recurgem la tehnica modernă; am putea face, să zicem, un film, în care cel mai valoros om de știință dintr-un anumit domeniu sau chiar un grup de asemenea oameni de știință să predea studenților fizica, chimia sau matematica.

Într-adevăr, în acest mod, cei mai buni savanți ar lua parte la predarea cursurilor pentru studenți. Dar, să analizăm ce s-ar întîmpla în realitate. Probabil, conducerea administrativă a institutului ar saluta o asemenea inițiativă prin care s-ar putea trece la reducerea numărului de posturi în schemă și prin care ea ar scăpa de eforturile de a găsi și de a atrage la catedră cadrele de predare. Aceeași satisfacție am produce-o și la minister. Cu ajutorul unui singur film, consecutiv reducerilor de posturi, ei ar reduce cheltuielile cu învățămîntul superior. Unii studenți ar fi de asemenea extrem de bucuroși, căci în sălile de proiecție întunecate se poate dormi mai bine decît într-un amfiteatru bine luminat.

Cu toate acestea, un astfel de sistem este o inepție. Imaginați-vă puțin că în întregul institut în locul cadrelor didactice ar fi numai aparate de proiecție, iar prin săli am avea doar studenți și operatori de film. Ar fi un sistem de învățămînt sumbru, institutele n-ar mai fi nici pe departe o Alma Mater pentru studenți. De fapt nici acesta n-ar fi răul cel mai mare. Să spunem că

studenţii, mai devreme sau mai tîrziu, s-ar obişnui şi cu aceasta, ar depăşi o asemenea încercare. Efectele ar fi cu mult mai grave asupra cadrelor didactice înseşi. Nu trebuie să uităm că instituţia de învăţămînt superior nu este destinată exclusiv instruirii studenţilor, ci şi instruirii înseşi a cadrelor didactice.

Un adevărat om de ştiinţă învaţă el însuşi în vreme ce explică studenţilor. Pe de o parte, el îşi verifică propriile cunoştinţe, deoarece numai reuşind să explici clar altuia poţi căpăta convingerea că tu personal ai înţeles problema. Pe de altă parte, ideile noi vin de multe ori tocmai în procesul de căutare a unei forme clare de expunere a unei chestiuni sau a alteia. În al treilea rînd, întrebările puse de studenţi la încheierea prelegerilor, chiar dacă uneori sînt ridicole, stimulează gîndirea şi te obligă să priveşti dintr-un punct de vedere nou fenomenul, abordat pînă atunci într-o manieră stereotipă. Toate acestea pun în acţiune gîndirea creatoare a interlocutorilor.

În fine, am putea spune că studenţii cunosc mai bine fizica decît profesorul lor. Acesta, specialist într-un anumit domeniu, abordează de multe ori problema îngust. Or, studenţii abordează problemele mai larg, aşa încît, ori de cîte ori profesorul discută cu studenţii, el învaţă foarte mult de la aceştia.

Iată de ce susţinem că pentru tinerii oameni de ştiinţă este foarte necesar să aibă şi o activitate didactică. Un institut este cu adevărat bun atunci cînd el oferă pentru talentele cadrelor didactice posibilităţi de desfăşurare cel puţin tot atît de mari ca pentru talentele discipolilor lor.

Ca să vă conving că acestea nu sînt vorbe goale, vă voi prezenta o serie de exemple din care se va vedea cum activitatea didactică a dus la unele mari descoperiri. Am ales nişte exemple frapante, care susţin pe de-a-ntregul ideea de mai sus.

Unul dintre exemplele cele mai cunoscute l-a oferit Mendeleev, cu sistemul său periodic. Men-

deleev căuta un mijloc prin care să prezinte mai bine studenților săi proprietățile elementelor, în așa fel ca aceste proprietăți să poată fi lesne percepute, pe baza unui sistem anumit. El a înscris elementele, cu proprietățile lor, pe cartonașe, a așezat aceste cartonașe în felurite moduri, iar în final a găsit că acestea, așezate sub forma unui tabel periodic, constituie în mod firesc un sistem cu caracter de lege. La 1 martie 1869 tabelul a fost publicat în ediție separată, iar ceva mai tîrziu el a apărut ca anexă la ediția a doua a „Bazelor chimiei". Iată deci că sistemul periodic al elementelor, în prima sa formă, a apărut ca rezultat al activității pedagogice a lui Mendeleev la Universitatea din Petersburg.

Al doilea exemplu, anterior, este luat din domeniul matematicilor. La începutul secolului al XIX-lea, guvernul rus a decis ca toți funcționarii să absolve o școală medie. Funcționarii care nu aveau diploma de bacalaureat erau datori să o obțină. În vederea ușurării obținerii diplomei, s-au organizat cursuri pregătitoare pentru examenul menționat. Lobacevski era unul dintre cei care predau geometria la un asemenea curs. Pe vremea aceea avea cam 24—25 de ani. Era deci un foarte tînăr profesor pus în situația de a explica unor foarte bătrîni funcționari principiile geometriei euclidiene. Iar aceștia nu reușeau cu nici un chip să priceapă de unde rezulta o asemenea axiomă, ca cea a imposibilității intersectării a două linii paralele.

Lobacevski s-a străduit din răsputeri să găsească o explicație corespunzătoare acestei axiome, pentru ca pînă la urmă să se convingă că o asemenea explicație nici nu se putea da. El a ajuns la concluzia că se poate construi o nouă geometrie, în care liniile paralele se intersectează în orice împrejurare. Și astfel a fost creată geometria neeuclidiană. Pus în situația de a căuta niște explicații, el a creat un nou domeniu al matematicii, căruia, după cum bine știți, i-a fost dat să joace un rol fundamental în fizica modernă.

Să vă mai dau un exemplu, un caz relatat de cunoscutul fizician Debye. În timp ce acesta era profesor la Zürich, avea un discipol, de asemenea tînăr cadru didactic, pe nume Schrödinger, încă necunoscut ca om de știință. Debye luase cunoștință de lucrarea lui de Broglie, în care acesta avansînd, după cum știți, ipoteza caracterului ondulatoriu al electronului, a arătat că în anumite condiții de interferență, mișcarea electronului poate fi substituită cu o undă. Ideea echivalenței mișcării ondulatorii și a proceselor cuantice, a mișcării ondulatorii și a mișcării corpusculare a fost respinsă categoric de o serie întreagă de fizicieni contemporani. Aceeași atitudine de negare o adoptase și Schrödinger. De aceea, atunci cînd Debye l-a rugat să prezinte studenților lucrarea lui de Broglie, Schrödinger s-a opus la început. Ulterior, cînd Debye, în calitatea sa de profesor, i-a cerut din nou lui Schrödinger să prezinte lucrarea, acesta a acceptat. El a început prin a căuta un mod de a prezenta ideile lui de Broglie într-o formă matematică cît mai completă și mai exactă. Iar atunci cînd a expus lucrările lui de Broglie în maniera de reprezentare găsită de el, Debye a exclamat: „Fiți vă rog atent, pentru că dumneavoastră ați găsit o formă cu totul remarcabilă a ecuației, formă extrem de importantă pentru fizica modernă". Pe această cale, așadar tot ca rezultat al activității pedagogice, a fost descoperită și ecuația undelor — ecuație fundamentală pentru fizica modernă.

Aș vrea să vă mai dau și un al patrulea exemplu. Cazul s-a întîmplat la Cambridge, în a doua jumătate a secolului trecut. Pe atunci Stokes preda acolo fizica teoretică. Un tînăr s-a prezentat la el pentru a da admiterea la doctorat. Pe atunci examenul de admitere la doctorat era destul de greu, întrucît erau foarte puține locuri, doar vreo două-trei, așa că întrecerea pentru admitere era dificilă. Stokes a formulat pentru acest tînăr o problemă. Sistemul de examinare era următorul: i se dădeau candidatului zece probleme, iar candidatul alegea dintre acestea pe

cele pe care dorea să le rezolve. I se acordau candidatului un anumit număr de ore în acest scop. Adesea însă Stokes nu se sfia să propună exerciții imposibil de rezolvat, pentru a verifica dacă studentul își poate da seama de aceasta. De exemplu, în acest caz el dăduse candidatului să determine distribuția vitezelor moleculelor într-un gaz. (Să nu uităm că momentul era anterior afirmării lui Maxwell.) Această distribuție era pe atunci necunoscută. Bernoulli și toți ceilalți considerau că vitezele sînt egale. Spre surprinderea lui Stokes însă, tînărul a rezolvat problema și a rezolvat-o corect. Ați ghicit probabil, acesta nu era altul decît însuși Maxwell. În acest fel, cu prilejul unui examen, a fost descoperită legea distribuției vitezelor într-un gaz.

Am putea da multe alte asemenea exemple, dar mie mi se pare cu totul evident că dacă activitatea didactică s-a dovedit stimulativă pentru descoperiri atît de mari, cu certitudine ea va fi fecundă și în probleme mai mărunte; ea se dovedește în continuare fecundă și pentru fizica contemporană și pentru savanții din zilele noastre. Din aceste motive, nu trebuie să privim institutele de învățămînt superior doar ca instituții în care sînt pregătiți tineri oameni de știință, ci și ca un loc în care oameni de știință deja afirmați își desfășoară și își dezvoltă înclinațiile lor creatoare pentru știință. Trebuie deci să organizăm astfel institutele de învățămînt, încît să oferim din belșug această posibilitate personalului lor didactic.

La noi nu toată lumea este încă conștientă de aceste aspecte. În universități de pildă, ca și în alte instituții de învățămînt superior, se consideră rațional ca o parte a personalului să se ocupe de activitatea științifică, iar o altă parte, de activitatea didactică. Tocmai în instituțiile de învățămînt superior ar trebui organizat un sistem care să se bazeze în principal pe oamenii de știință, aceștia urmînd a fi solicitați să consacre o mică parte din timpul lor pentru activitatea pedagogică. Abia atunci învățămîntul superior își

va îndeplini întreaga sa menire — de a învăţa atît pe studenţi, cît şi pe cei care îi învaţă pe aceştia.

V-am convins, sper, că înlocuirea profesorilor cu aparate de filmat ar fi cu totul absurdă; ea ar face imposibilă valorificarea potenţialului creator al învăţămîntului superior despre care tocmai am vorbit. Această funcţie se va dezvolta fără îndoială în viitorul apropiat, întrucît noi îi acordăm în prezent o mare atenţie — deşi ar trebui să-i acordăm o atenţie chiar şi mai mare.

V-am vorbit despre toate acestea, întrucît voi veţi părăsi Institutul de fizică tehnică ca tineri oameni de ştiinţă şi, în diferite moduri, veţi lucra în reţeaua institutelor de cercetare ştiinţifică. Dacă veţi dori să vă dezvoltaţi în continuare ca oameni de ştiinţă, să vă îmbogăţiţi cunoştinţele şi să nu îmbătrîniţi sub raport spiritual, trebuie să nu pierdeţi contactul cu generaţia următoare, în creştere, să ajutaţi la formarea ei şi să învăţaţi împreună cu ea. Dacă veţi rupe brusc legătura cu procesul de instruire a tineretului, veţi începe să îmbătrîniţi dintr-odată şi să rămîneţi în urmă sub raport ştiinţific.

Acesta a fost un crîmpei de testament pe care am vrut să vi-l transmit acum, deoarece îl consider extrem de important pentru voi.

LA JUBILEUL INSTITUTULUI

Cuvîntare rostită la adunarea festivă dedicată semicentenarului Institutului de fizică tehnică „A. F. Ioffe" [1]

1968

De obicei evit să vorbesc la adunările jubiliare, deoarece nu ştiu ce este potrivit să spun în asemenea ocazii. Dar cînd am fost rugat să iau

[1] Acest institut de cercetare al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. funcţionează la Leningrad.

cuvîntul la aniversarea celor 50 de ani de existență a Institutului de fizică tehnică, n-am putut să refuz.

La o asemenea adunare se va vorbi mult și pe bună dreptate despre excepționalele rezultate ale I.F.T. și despre remarcabilul său întemeietor, Avram Feodorovici Ioffe. Se știe foarte bine că acest institut reprezintă o instanță științifică superioară nu numai pentru țara noastră. Tot atît de bine se știe că aici s-au format cele mai bune cadre de fizicieni din țara noastră. Se mai poate vorbi de asemenea despre rolul uriaș pe care l-a avut însuși Avram Feodorovici în crearea acestui institut. Noi, cei care pe vremea aceea îl ajutam în activitatea sa, ne bucurăm și ne mîndrim cu rezultatele obținute. Nu m-am pregătit să vă vorbesc despre toate acestea, dar mi s-ai părea atît util, cît și interesant să analizăm cum de a reușit institutul nostru să se dezvolte cu atîta succes și de ce continuă el să fie unul dintre institutele cele mai importante ale țării.

După părerea mea, există o particularitate a vieții I.F.T., insuficient prețuită și care, chiar dacă nu este determinantă, este totuși foarte importantă pentru succesul institutului. Nu e vorba de un aspect banal sau anecdotic, așa că am să o iau ceva mai de departe.

Evident, dacă sărbătorim un jubileu, înseamnă că institutul are deja o vîrstă. Dacă are o vîrstă, înseamnă că a avut o naștere. Iar tot ceea ce se naște are și o moarte — aceasta este dialectica dezvoltării naturii. Mor amoebele, mor oamenii, mor instituțiile, mor statele. Cîndva, va muri și sistemul nostru planetar. Dacă orice naștere este urmată de o moarte, înseamnă că subiectul a împlinit o anumită vîrstă.

Ce înseamnă 50 de ani pentru un institut? Cărei etape din viață îi corespunde această vîrstă? Tinereții, maturității sau bătrîneții? Aceasta va fi și prima chestiune la care aș vrea să mă opresc: cum se determină vîrsta unui institut?

Vîrsta unui om o putem ușor aprecia, avem o vastă experiență în direcția aceasta. Știm cu

toţii că după 50 de ani încep să se producă aşa-numitele fenomene de scleroză, semne ale bătrîneţii. Indicii similare trebuie să apară şi în cazul instituţiilor. Care ar putea fi acestea ? Prin analogie, s-ar părea că nu este prea greu să le depistăm. Să le indicăm cel puţin pe cele mai importante.

La om apare lăcomia senilă. El are tendinţa de a mînca mai mult decît poarte digera. Instituţiile pot suferi şi ele de lăcomie senilă. Atunci consumă mai multe fonduri decît pot cheltui în mod util.

Mai există o formă de manifestare a bătrîneţii : la om se formează celule care nu contribuie în mod efectiv la activitatea organismului, îl îngreuiază şi produc aşa-numita obezitate de bătrîneţe. Asemenea procese au loc şi în instituţii. Cu timpul apar unele cadre care nu participă în mod activ la efortul colectivului. Ele împovărează institutul şi, după cum se ştie, este aproape imposibil să te descotoroseşti de ele.

Să mai dezvăluim una dintre manifestările sclerozei : limbuţia bătrînească. Omul începe să vorbească mult, iar în timp ce-şi expune ideile ia prea puţin în seamă reacţia celui cu care vorbeşte, sau a publicului care îl ascultă. Tocmai prin aceasta se recunoaşte limbuţia bătrînilor. O asemenea manifestare poate apărea şi în cazul unui institut. Institutul va începe să tipărească un număr mare de lucrări, fără a se preocupa dacă sînt utile sau nu. Este şi aceasta o formă de sclerozare.

Mai ştim că, înaintînd în vîrstă, omul pierde capacitatea de a procrea, de a se înmulţi ; ceva asemănător se poate petrece şi cu un institut. Experienţa ne-a arătat că un institut duce cu adevărat o viaţă sănătoasă atunci cînd include în preocupările sale educarea tineretului, formarea de cadre tinere care, înmulţindu-se, prin „roire" trec la constituirea de noi laboratoare sau institute de-sine-stătătoare, în care se dezvoltă noi direcţii de cercetare. Faptul că un institut înce-

tează de a mai da naștere la noi unități reprezintă un semn de îmbătrînire.

Am avut ocazia să vedem că pînă și un asemenea geniu al științei cum a fost Einstein, în ultimele decenii ale vieții sale nu a vrut să accepte unele idei revoluționare ale fizicii cuantice, cum a fost de exemplu principiul nedeterminării. E cunoscută disputa sa în această privință cu Niels Bohr. Foarte frecvent putem întîlni asemenea manifestări ale vîrstei înaintate la oamenii de știință.

Pentru a descrie mai bine procesele similare petrecute într-un institut de cercetare, cred că am putea apela foarte bine la analogia des folosită în ultima vreme pentru a prezenta profanilor organizarea cercetărilor științifice. Analogia se face între lumea cercetătorilor și o armată care cucerește natura, cu scopul de a o subordona și a o pune în slujba omenirii. Această armată este dispusă pe un front continuu, îmbrățișînd toate domeniile științei și îndreptîndu-se către toate direcțiile cercetării. Este un front care nu străbate doar o țară, ci se întinde peste toate țările ; oamenii de știință sînt luptători ai unei armate de toate naționalitățile, acțiunile de luptă avînd un singur scop strategic — supunerea naturii.

Dacă ducem mai departe această analogie, putem spune că pe acest front neîntrerupt există porțiuni în care se petrec mai multe ciocniri, ca și porțiuni în care are loc un război de poziții. În zonele „calde", uneori asistăm la o „rupere a frontului", o pătrundere în domenii științifice necunoscute. Ruperea frontului are loc atunci cînd se descoperă noi fenomene ale naturii, cînd se creează noi metode de cercetare, sau cînd apar noi teorii. În felul acesta se obțin cele mai mari victorii asupra naturii. Viața arată că, în funcție de amploarea ruperii frontului într-un anumit domeniu al științei, acțiunile combative mai continuă cel mult 5—10 ani. Cînd acestea încetează, frontul se stabilizează pentru războiul de poziții și pentru pregătirea unei noi ofensive.

Ce am constatat de multe ori ? Oamenii dintr-un institut de cercetări nu observă că într-un anumit sector al frontului acțiunile combative de fapt au încetat și că institutul continuă să mențină în acel sector forțe importante, în loc de a le transfera într-un alt sector, în care se pregătește o rupere a frontului. De aceea se ajunge la situația în care forțe valoroase ale științei sînt slab folosite și astfel începe o degenerare a institutelor. Cînd cercetările dintr-un anumit institut nu mai sînt îndreptate spre cele mai arzătoare probleme ale științei, situația trebuie interpretată ca un semn cert de instalare a sclerozei de bătrînețe.

Dar putem oare lupta împotriva acestei îmbătrîniri ? Eu cred că, la fel ca în cazul oamenilor, se poate lupta împotriva îmbătrînirii instituțiilor științifice.

Care ar fi însă mijloacele ? Viața arată că există un mijloc de bază pentru prevenirea îmbătrînirii, acesta fiind poate și singurul. Voi folosi cîteva cuvinte ale lui Rutherford, pentru a vă arăta în ce constă acest mijloc. El spunea : „Kapița, eu mă simt și acum tînăr, deoarece lucrez cu tinerii".

A avea discipoli și a lucra cu tinerii — iată calea cea mai sigură pentru un om de știință de a-și menține tinerețea și de a ține pasul cu progresul în știință.

Toate acestea sînt valabile și pentru institutele de cercetare științifică. Dacă institutul se completează sistematic cu tineret bine selecționat, dacă se ocupă cu atenție de creșterea tinerelor cadre științifice și dacă le încredințează cu curaj misiuni de răspundere, atunci într-un asemenea institut nu mai iau amploare fenomenele legate de scleroza senilă. Tocmai un asemenea stil de muncă — o permanentă legătură cu tinerețea — s-a practicat dintotdeauna în I.F.T. ; grație acestui stil, el a fost mereu un institut de frunte, o unitate de cercetare care nu a îmbătrînit. Această legătură vie cu tineretul s-a realizat pe cale naturală, prin faptul că el a luat ființă pe lîngă

Institutul politehnic [1], în care un grup de tinere cadre didactice care erau în acelaşi timp şi cercetători activi, sub îndrumarea lui Avram Feodorovici, au devenit nucleul din care s-a dezvoltat I.F.T. Din acel moment s-a instaurat şi s-a păstrat o strînsă legătură între aceste două instituţii. Preluînd tinerii cei mai bine pregătiţi de la Institutul politehnic, I.F.T. a continuat să-i educe şi să-i instruiască în procesul de cercetare. Acest izvor de permanentă tinereţe a permis Institutului de fizică tehnică „A. F. Ioffe" să fie întotdeauna un institut al cercetărilor avansate.

Această afirmaţie se poate foarte bine susţine prin tematica cercetărilor cu care s-a ocupat el în toţi aceşti 50 de ani, dirijată întotdeauna spre probleme actuale ale fizicii moderne. Atunci cînd a fost creat, institutul a început să lucreze în problema structurii atomului. Aceasta era pentru acei ani cea mai avansată problemă. La puţină vreme după aceea a început să se dezvolte teoria cuantică şi institutul a preluat-o ca una dintre temele sale de bază. Ulterior el a trecut la problematica nucleului atomic, apoi la semiconductori, apoi la plasmă. Acestea au fost întotdeauna cele mai arzătoare direcţii ale ştiinţei mondiale. Institutul nu s-a temut să-şi schimbe tematica de cercetare. Aţi observat poate că, în ţara noastră, o serie întreagă de mari institute suferă tocmai de teama de a-şi schimba tematica, aceasta fiind exact situaţia cînd întreaga cercetare a institutului trece la un „război de poziţie".

Am arătat mai înainte că preluarea de elemente bine pregătite şi atent selecţionate dintre tinerele cadre instruite de Institutul politehnic a fost unul dintre marile avantaje ale I.F.T. în comparaţie cu alte institute de cercetare, complet separate de instituţiile de învăţămînt superior. Cînd, după război, cercetarea ştiinţifică a început să se dezvolte furtunos, un grup de academicieni din Moscova a luat hotărîrea să valorifice experienţa

[1] Este vorba de cunoscutul L.P.I. — Institutul politehnic din Leningrad — *Nota trad.*

unor asemenea legături între institutele de cercetare și învățămînt. Erau convinși că această legătură putea fi organizată pe o scară mai largă. Pentru aceasta era nevoie să se creeze o unitate specializată de învățămînt superior, care să pregătească tineretul în strînsă cooperare cu institutele de cercetare științifică. Așa a apărut Institutul de fizică tehnică din Moscova, care, în colaborare cu unitățile de cercetare, formează tinere cadre de lucrători științifici destinate acestor institute. În primii doi-trei ani toți studenții studiază în Institutul de fizică tehnică din Moscova disciplinele fundamentale, precum fizica, matematica, mecanica etc. Restul învățămîntului de specialitate se desfășoară în institutele de cercetare alese în acest scop, unde studenții încep din prima clipă să participe și la activitățile de cercetare. După examenul de diplomă, în temeiul acestui sistem de pregătire, institutele de cercetare care i-au format își pot alege dintre ei elemente de completare cu adevărat capabile și antrenate pentru munca de cercetare științifică. Acum, după 20 de ani de existență a institutului moscovit, experiența a arătat marile foloase ale cuplării institutelor de cercetare științifică cu institutele de învățămînt superior. S-a văzut cum tinerii astfel selecționați și pregătiți au devenit cercetători științifici de frunte în institutele de cercetare.

Iată deci că, pe această cale, ideile care s-au născut odată cu întemeierea Institutului de fizică tehnică de către Avram Feodorovici Ioffe au căpătat o largă aplicare și au influențat organizarea cercetării științifice din țara noastră. Aș vrea să urez cu această ocazie Institutului de fizică tehnică ca, și după acești 50 de ani ai săi, să rămînă încă mulți, mulți ani la fel de tînăr, pe cît de departe de îmbătrînire și pe cît de fruntaș este în prezent.

IV

DIN AMINTIRILE MELE DESPRE RUTHERFORD

Comunicare ţinută la şedinţa Societăţii regale din Londra

1966

Deşi s-ar părea că este uşor şi simplu să vorbeşti despre realizările în ştiinţă ale unui savant atît de mare ca Ernest Rutherford, am de îndeplinit o foarte grea misiune. Deoarece cu cît realizările unui om de ştiinţă sînt mai mari, cu atît se cuvine să le descriem mai precis şi mai succint. Rutherford a elaborat teoria modernă despre radioactivitate, fiind primul care a înţeles că aceasta este o dezintegrare spontană a atomilor elementelor radioactive, primul care a realizat o dezintegrare provocată a nucleului şi primul care a determinat structura planetară a atomului. Fiecare dintre aceste realizări ar fi fost cu totul suficientă pentru a fi considerat un mare fizician. Astăzi, aceste realizări, ca şi importanţa lor, sînt bine cunoscute nu numai de către studenţi, ci chiar şi de către elevi. Cunoaştem de asemenea cu toţii acele experimente simple şi frumoase cu ajutorul cărora Rutherford şi-a făcut descoperirile într-o manieră atît de convingătoare. Nu ştiu însă cît a fost de potrivit ca cineva să vină tocmai din Uniunea Sovietică şi să vorbească despre Rutherford membrilor Societăţii regale...

Toată lumea ştie că din studierea radioactivităţii s-a născut o ştiinţă independentă, numită ulterior fizica nucleară. Este o ştiinţă care se

dezvoltă necontenit astăzi, cînd o cincime din lucrările de fizică publicate se referă la fizica nucleară. În zilele noastre continuă să se dezvolte atît energetica nucleară, cît şi aplicaţiile radioactivităţii artificiale la ştiinţă şi tehnică. Aceste sectoare ale fizicii înghit cea mai mare parte a fondurilor, care au ajuns la miliarde de lire. dolari şi ruble. Tot acest efort întins pe 30 de ani s-a născut din acel modest domeniu al fizicii numit radioactivitate şi al cărui părinte este considerat pe drept cuvînt Rutherford.

Ar fi foarte interesant şi instructiv să urmărim cum s-a produs această dezvoltare a fizicii nucleare, pornind de la ideile lui Rutherford şi ale şcolii sale. Fără îndoială însă că membri ai Societăţii regale ca profesorul Blackett, preşedintele, Sir James Chadwick, Sir John Cockroft, Sir Charles Ellis şi Sir Mark Oliphant, cu toţii ieşiţi din şcoala lui Rutherford, ar putea vorbi despre aceste chestiuni cu mult mai multă îndreptăţire decît mine.

Singurul lucru pe care aş putea să-l fac şi care eventual ar fi demn de interesul membrilor Societăţii regale ar fi să vă vorbesc despre Rutherford aşa cum mi-l amintesc eu, pe vremea cînd lucram în Laboratorul Cavendish, despre felul cum muncea, cum ne educa pe noi, tinerii cercetători, şi cum se desfăşurau contactele sale cu restul lumii ştiinţifice.

Iată-mă deci în situaţia de a vă face portretul unui remarcabil savant şi al unui mare om, misiune care s-ar potrivi mai bine unui scriitor decît unui om de ştiinţă. Am totuşi motive să încerc să mă achit de această misiune. Am sosit în Anglia, la Laboratorul Cavendish, ca un tînăr necunoscut şi, vreme de 13 ani, am crescut aici şi m-am maturizat ca savant. Aceştia au fost cei mai fericiţi ani ai muncii mele, iar pentru tot ce am realizat mă simt îndatorat lui Rutherford. Pentru permanenta grijă şi atenţie pe care mi le-a acordat îi sînt recunoscător nu numai ca unui profesor, ci şi ca unui om deosebit de bun şi delicat. Eu l-am iubit pe Rutherford, iar de-a

lungul anilor s-a statornicit între noi o mare prietenie. Singura modalitate prin care aș putea să-mi exprim recunoștința față de acest om extraordinar este să vă deapăn din amintirile mele despre el.

Este bine știut că Rutherford n-a fost doar un mare om de știință, ci și un mare profesor. Eu nu cunosc vreun mare savant contemporan cu Rutherford care să fi educat în laboratorul său un număr atît de mare de fizicieni însemnați. Istoria științei ne arată că un mare savant nu este neapărat și un om mare, dar un mare profesor nu poate să nu fie și un mare om. De aceea, sarcina mea este cu atît mai grea : eu trebuie să fac nu numai portretul savantului, ci și pe al omului care a fost Rutherford. Încercînd să reconstitui imaginea lui, voi ilustra relatarea mea cu o serie de episoade care mi s-au întipărit în memorie ; am multe asemenea amintiri, dar am încercat să selectez dintre ele pe cele care sînt mai reprezentative pentru cîte una din trăsăturile lui Rutherford. În acest fel sper ca, din asemenea frînturi, să încheg în mintea dumneavoastră imaginea lui Rutherford.

Voi începe prin a vă relata un mic episod din amintirile mele despre Rutherford, care s-a petrecut în anii '30, la Laboratorul Cavendish. La Cambridge se desfășura un congres cu ocazia centenarului nașterii lui Maxwell. Acesta fusese primul director al Laboratorului Cavendish, urmat fiind de Rayleigh, de J. J. Thomson și apoi de Rutherford, o serie de patru mari fizicieni de la sfîrșitul secolului trecut și începutul secolului nostru.

După ședința festivă, la care au vorbit cîțiva dintre elevii lui Maxwell, împărtășindu-ne din amintirile lor despre acesta, Rutherford m-a întrebat dacă mi-au plăcut referatele. I-am răspuns : „Comunicările au fost foarte interesante, dar pe mine m-a frapat faptul că toți au vorbit despre Maxwell numai la modul superlativ, prezentările aducînd a reclame pentru un sirop zaharos. Eu însă aș fi vrut să-l văd pe Maxwell ca pe un om

viu, adevărat, cu trăsăturile sale pozitive, dar și cu lipsurile sale, căci din acestea are fiecare om, oricît de genial ar fi". Rutherford a rîs cu poftă, după care a declarat că mă însărcinează pe mine ca, după moartea sa, să-l prezint generației următoare așa cum a fost în realitate. Rutherford vorbea pe jumătate în glumă, iar eu glumeam de asemenea. Acum însă, cînd soarta m-a pus în situația de a-mi îndeplini acea misiune, am reconstituit în minte imaginea lui Rutherford, pentru a v-o putea prezenta. Și astfel mi-am dat seama că timpul a acoperit toate micile sale lipsuri omenești, în fața mea rămînînd doar acel mare om înzestrat cu un creier uimitor de pătrunzător și cu înalte calități sufletești. Abia acum îi înțeleg pe elevii lui Maxwell, care au vorbit atunci la Cambridge.

Despre Rutherford-savantul s-a vorbit și s-a scris mult. Toată lumea a recunoscut acele trăsături fundamentale ale personalității sale creatoare precum simplitatea, gîndirea clară, o mare intuiție și un temperament robust. Studiind însă lucrările lui Rutherford și observîndu-l în munca sa, nu se putea să nu ajungi la concluzia că totuși principala trăsătură a gîndirii sale era marea sa independență și, deci, marele său curaj.

Principala modalitate de dezvoltare a științelor naturii constă, pe măsură ce înaintăm în cercetarea experimentală a fenomenelor naturii, în a ne pune în permanență întrebarea dacă reprezentările noastre teoretice concordă cu observațiile experimentale. Pași cu adevărat înainte pe calea cunoașterii naturii se obțin atunci cînd distingem nepotriviri între teorie și experiment. Aceste contradicții ne oferă cheia către o mai adîncă pătrundere în tainele naturii, pentru că ne obligă la o dezvoltare a teoriei. Cu cît aceste contradicții sînt mai puternice, cu atît se produce o restructurare mai serioasă a sistemului de legi prin care noi explicăm procesele din natură și pe baza cărora folosim natura în sprijinul dezvoltării culturii omenirii. În știință, ca și în istorie, o anu-

mită etapă de dezvoltare are nevoie de un geniu. Anumite perioade de dezvoltare reclamă oameni cu o capacitate de gîndire corespunzătoare.

În istoria dezvoltării fizicii, ca în oricare dintre științele experimentale, cele mai interesante momente sînt tocmai acelea cînd se simte nevoia reconsiderării concepțiilor fundamentale ale științei respective ; pentru aceasta se cere neapărat ca savantul să posede nu numai inteligență și intuiție, ci și o imaginație plină de îndrăzneală.

În sprijinul acestei afirmații aș aduce două exemple din istoria fizicii, care au produs o mare impresie asupra mea. Primul îl constituie crearea de către Franklin a unei concepții despre electricitate. La baza acestei concepții Franklin a pus reprezentarea electricității sub o formă naturală, un gen de fluid care impregnează metalele și are capacitatea de a traversa corpuri solide. Această reprezentare contrazicea fundamental concepția din acea vreme despre caracterul continuu al materiei ; ea a fost totuși acceptată, deoarece oferea o cale de explicare completă a fenomenelor de electrostatică, în măsura în care erau ele cunoscute atunci. În fond, ea a fost confirmată după alți 150 de ani, cînd J. J. Thomson a descoperit electronul. Dar cel mai uimitor lucru în această istorie este întrebarea : cum a putut Franklin, care nu se ocupase pînă atunci de fizică, trăind retras într-un orășel american, departe de centrele științei mondiale și fiind deja la acea vreme un om în vîrstă, ca numai după cîțiva ani de studiu, să îndrume pe calea cea bună dezvoltarea unei întregi discipline științifice ? Iar aceasta se petrecea la jumătatea secolului al XVIII-lea pe cînd știința era practicată la nivelul unor savanți precum Newton, Huygens, Euler. Cum a putut Franklin să obțină rezultate pe care nu le-au putut atinge oameni de știință de profesie ?

Un alt moment similar de reconsiderare a concepțiilor fundamentale în urma rezultatelor experimentale, pe care vreau să-l menționez în continuare, este de asemenea bine cunoscut. Este vor-

ba despre concepția lui Faraday despre cîmpul electric. Este greu de găsit o idee mai neașteptată și mai revoluționară decît propunerea lui Faraday de a se explica procesele electrodinamice prin fenomenele care au loc în spațiul care înconjoară conductorul. Am dat aici acest exemplu tot pentru motivul că Faraday nu era un savant cu o pregătire școlară sistematică, cerință curentă în Anglia acelor vremuri, chiar și pentru un savant mediocru.

Am dat aceste două exemple bine cunoscute pentru a arăta că în știință, într-o anumită etapă de dezvoltare a unor concepții fundamental noi, nu erudiția este caracteristica esențială pentru omul de știință care dorește să rezolve o problemă. Ceea ce se cere este imaginație, gîndire concretă și, mai ales, îndrăzneală. În postularea unor concepte fundamentale noi, raționamentul strict logic, care îi caracterizează de obicei pe matematicieni, este mai degrabă o frînă, deoarece el stăvilește forța imaginației.

Capacitatea unui om de știință de a rezolva probleme științifice fundamentale în genul celor arătate mai sus, fără a recurge la o construcție logică exactă, se numește intuiție. Este probabil că un asemenea proces de gîndire se produce în subconștientul nostru, dar deocamdată legile sale de desfășurare nu ne sînt cunoscute. Dacă nu mă înșel, nici chiar Freud, care a dezvoltat atît de mult cuoașterea proceselor subconștientului, nu s-a ocupat de problemele intuiției. Dacă acceptăm să denumim intuiție acest puternic proces al gîndirii creatoare, atunci este cert că oameni ca Franklin și Faraday aveau din plin această capacitate. Fără îndoială, o avea și Rutherford. De aceea era adeseori numit Faraday al epocii noastre.

La începutul acestui secol, în perioada cînd Rutherford începuse să se preocupe de problemele radioactivității, experiențele puseseră în evidență niște contradicții ale legii fundamentale a naturii — legea conservării energiei. Explicarea radioactivității pentru prima oară de către Rutherford ca o dezintegrare a materiei, pînă atunci consi-

derată indestructibilă, a prezentat cheia pentru înțelegerea acestui fenomen și a îndreptat pe făgașul corect cercetările ulterioare.

Lucrurile s-au petrecut la fel și atunci cînd el a construit modelul planetar al atomului. Un asemenea model venea în totală contradicție cu electrodinamica clasică, deoarece electronii, în mișcarea lor pe orbită, ar fi trebuit să-și piardă treptat energia lor cinetică, datorită emiterii de radiații. Iată însă că experiența asupra împrăștierii particulelor α, realizată în 1910 de elevul lui Rutherford, Marsden, a dovedit fără putință de tăgadă existența nucleului greu în centrul atomului. Rutherford și-a imaginat atît de clar procesele care au loc la ciocnirea dintre particule, încît contradicția cu legile fundamentale ale electrodinamicii nu l-au abătut de la crearea modelului planetar al atomului. Cînd, ceva mai tîrziu, în 1913, pe baza concepției abia apărute asupra structurii cuantice a luminii, Bohr a îmbogățit în mod strălucit teoria cu privire la structura atomului, el nu numai că a confirmat pe deplin modelul planetar al lui Rutherford, ci a dat și o fundamentare cantitativă structurii spectrelor emise de atomi.

Caracterul original al gîndirii lui Rutherford ieșea repede în evidență cu ocazia discutării problemelor științifice. Îi plăcea mult cînd i se relatau experimentele desfășurate. Dar pentru a-i reține interesul (și pe figura sa expresivă era ușor de văzut dacă ascultă cu interes, ori dacă se plictisește), trebuia să te referi la idei sau fapte fundamentale ale experimentului, fără a te pierde în amănunte tehnice, care pe Rutherford nu-l interesau. Cînd i-am adus spre aprobare planurile generatorului de impuls de mare putere în vederea obținerii cîmpurilor magnetice intense, din politețe, el a întins în fața sa ozalidul, dar fără să observe că-l așezase pe dos mi-a spus: „Aceste schițe nu mă interesează, explică-mi, te rog, principiile pe baza cărora funcționează această mașinărie". Prindea din zbor ideea fundamentală a unui experiment. Lucrul acesta mă uluia în pri-

mii ani după venirea mea la Cambridge. Eu vorbeam pe atunci atît de rău englezeşte, încît nu-mi puteam prezenta clar ideile sau experienţele ; cu toate acestea, Rutherford sesiza imediat ideile şi făcea întotdeauna aprecieri interesante asupra lor.

Magistrul povestea bucuros despre experienţele sale, îi plăcea să-şi arate instalaţiile şi să-şi prezinte experienţele. Obişnuia să-şi însoţească explicaţiile de schiţe ; în acest scop în buzunarele vestei sale se găseau întotdeauna cîteva capete de creion. Ţinea creionul într-un mod care mie mi s-a părut întotdeauna incomod, cumva între vîrfurile a trei degete. Desena cu mîna uşor tremurînd un desen simplu, de numai cîteva liniuţe, dar trasate foarte apăsat. Creioanele mai ascuţite îşi rupeau repede vîrful şi atunci el scotea din buzunar alt ciot.

Multor fizicieni, îndeosebi teoreticienilor, le plac polemicile pe probleme de ştiinţă ; pentru ei, polemica este un mijloc de a-şi exersa gîndirea. Eu însă nu l-am auzit niciodată pe Rutherford polemizînd. El îşi exprima foarte succint opinia, însă întotdeauna cu mare claritate şi concreteţe ; dacă era contrazis, asculta cu interes replicile, dar cu aceasta disputa era ca şi încheiată.

Îmi plăceau foarte mult prelegerile lui. Am audiat cursul de fizică ţinut pentru studenţi de Rutherford, profesor la Laboratorul Cavendish. N-am prea aflat lucruri noi la acest curs, deoarece eu cunoşteam destulă fizică la vremea aceea, dar din modul în care Rutherford aborda problemele fizicii am avut multe de învăţat. Prelegerile lui erau captivante ; recurgea extrem de puţin la matematică şi îşi însoţea prezentarea de gesturi puţine, dar precise, care şi ele arătau cît de concret şi figurativ gîndea. Ceea ce m-a mai interesat la cursurile sale era faptul că Rutherford de multe ori se abătea de la planul lecţiei. Conform planului, ar fi trebuit să se refere la o temă, dar, pe parcursul prelegerii, prin asociaţii, trecea la alt fenomen, de obicei legat de vreuna dintre ultimele sale experienţe de radioactivitate.

Atunci, începea să expună cu pasiune cîte ceva din problemele care-l frămîntau în acel moment. Cel mai greu îi era, de aceea, asistentului său, căruia, pe neașteptate, Rutherford îi propunea să realizeze o demonstrație care nu intrase în planul inițial al lecției.

Tot la Cambridge am audiat și cursul ținut de J. J. Thomson în fața studenților, despre trecerea curentului electric prin gaze. Era interesant de observat cum acest mare savant percepea în mod cu totul diferit fenomenele naturii. În timp ce gîndirea lui Rutherford era mai degrabă inductivă, Thomson avea, indiscutabil, o gîndire deductivă. Sînt convins că audierea unor cursuri la disciplinele generale este de o excepțională importanță pentru formarea tinerilor oameni de știință, acestea trebuind să fie ținute neapărat de un mare savant; în felul acesta tinerii învață un lucru ce nu se găsește în nici un manual — abordarea originală a fenomenelor naturii.

În legătură cu aceasta, îmi amintesc de o discuție în care Lamb mi-a relatat despre cursul lui Maxwell pe care-l audiase. El îmi spunea că Maxwell nu fusese un cadru de predare strălucit. Venea deseori la curs fără notițe, iar la tablă se încurca și greșea la deducerea formulelor. Or, tocmai din felul în care Maxwell își căuta și-și corecta greșelile a învățat Lamb mai mult decît a învățat din orice carte studiată. Pentru Lamb, lucrul cel mai important în cursul lui Maxwell au fost tocmai greșelile sale. Iar acesta este un mare adevăr: erorile unui geniu sînt tot atît de pilduitoare ca și realizările sale.

Pe cînd eram eu la Cambridge, Rutherford nu mai făcea personal experiențe, el le organiza de preferință prin Chadwick și Ellis, dar lua parte activă la desfășurarea lor. Execuția tehnică a dispozitivelor o făcea laborantul său, pe atunci Crow, față de care Rutherford se purta destul de aspru. Dar am observat că și el, cu toate că îi tremurau ușor mîinile, dovedea destulă abilitate în manevrarea tubușoarelor de sticlă subțire, umplute cu radon.

Nu pot să nu vă spun cîte ceva despre experienţele lui Rutherford, chiar dacă ele vă sînt atît de bine cunoscute. Desigur, ceea ce atrage cel mai mult la ele sînt claritatea în punerea problemei, ca şi simplitatea şi stilul direct în abordarea metodei de rezolvare. Propria mea experienţă îndelungată ca experimentator mi-a dovedit că cel mai sigur mijloc de apreciere a unui om de ştiinţă, fie el începător, fie el savant pe deplin format, îl constituie înclinaţia sa firească şi priceperea în găsirea unei rezolvări simple în materie de concepere a experienţei. Lui Rutherford i se potriveşte foarte bine acea maximă a unui autor necunoscut: „La simplicité c'est la plus grande sagesse“ [1]. Aş vrea de asemenea să citez aici o judecată uimitor de adîncă şi de adevărată a filozofului ucrainean Grigorii Skovoroda. Acesta era de obîrşie ţărănească şi a trăit în cea de-a doua jumătate a secolului al XVIII-lea. Scrierile sale sînt extrem de interesante, dar probabil că nu este cunoscut în Anglia. El a spus următoarele: „Trebuie să fim recunoscători Domnului pentru că a făurit lumea astfel încît tot ceea ce este simplu este şi adevărat, iar tot ceea ce este complicat este fals“.

Cele mai frumoase şi mai simple experienţe ale lui Rutherford au avut ca obiect studierea legilor de dispersie a ciocnirilor nucleelor. Metodele de studiere cu ajutorul scintilaţiei şi al contoarelor au fost elaborate de el împreună cu Geiger în 1908. A trecut mai bine de o jumătate de veac şi, împreună cu camera Wilson, creată cam tot în acea vreme, acestea rămîn metodele de bază pentru studierea nucleului şi a proceselor nucleare. În prezent, pentru determinarea momentelor nucleare se mai adaugă metodele optice şi metodele de rezonanţă, dar de fapt, întreaga fizică nucleară nu dispune de tehnici de lucru cu mult mai puternice decît cele utilizate pe vremea lui Rutherford şi care, în mare parte, au fost create de el şi de colaboratorii săi.

---

[1] Simplitatea este culmea înţelepciunii (fr.).

Dezvoltarea actuală a fizicii nucleare nu are loc mulţumită apariţiei unor noi metode de studiere a proceselor nucleare, ci datorită posibilităţilor de a studia ciocnirile dintre nucleele unui număr mare de elemente diferite. Aceste ciocniri se studiază în prezent la mari energii, datorită mai ales construirii puternicelor acceleratoare moderne. Dar şi în zilele noastre metoda de bază rămîne studierea proceselor ce însoţesc ciocnirile nucleelor. Importanţa cu adevărat fundamentală a acestei metode a fost sesizată pentru prima dată de către Rutherford, căruia îi plăcea adesea să spună: „Smash the atom" [1].

Studierea proceselor nucleare prin ciocnirea nucleelor ascunde însă şi în prezent aceeaşi slăbiciune: necesitatea prelucrării statistice a rezultatelor. După cum se ştie, într-o asemenea situaţie este necesară o deosebită grijă pentru ca, pe baza unui volum restrîns de date statistice, să se obţină concluzii cu caracter general. Cineva spunea chiar cu referire la utilizarea metodelor statistice: „Există trei feluri de minciună: minciuna, minciuna sfruntată şi statistica". E adevărat, această zicală se referea la statistica proceselor sociale, dar, pînă la un punct, ea este valabilă şi pentru fizică. În nici unul dintre domeniile fizicii nu s-au făcut atîtea erori grosolane şi false descoperiri cîte s-au făcut în studierea ciocnirilor nucleare datorită prelucrării statistice a rezultatelor. Aproape în fiecare zi continuă a se descoperi noi particule elementare şi noi nivele de rezonanţă, care ulterior se dovedesc eronate.

Rutherford ştia foarte bine cît de mare este primejdia unei interpretări neobiective a datelor experimentale cu caracter statistic atunci cînd cercetătorul urmăreşte un anumit rezultat. El efectua cu foarte mare atenţie prelucrarea datelor statistice. De aceea este interesantă metoda la care recurgea. Numărarea scintilaţiilor o făceau de obicei studenţii, care nu cunoşteau rezultatul aşteptat de la experiment. Prin punctele obţinute,

[1] Să facem ţăndări atomul (engl.).

curbele erau trasate apoi de oameni care nu aveau habar de ce trebuia să se obţină.

După cîte îmi amintesc, Rutherford şi discipolii săi nu au făcut nici o falsă descoperire, situaţie destul de frecventă în acea vreme prin alte laboratoare. Rutherford îl aprecia în perioada respectivă pe Chadwick ca pe un ochi foarte critic şi un aspru judecător în prelucrarea rezultatelor statistice.

Eu n-am avut lucrări comune cu Rutherford, aşa încît n-am avut ocazia să-l văd lucrînd în laborator. Ceea ce ştiu însă este că, pînă la sfîrşitul zilelor, el a dedicat fără excepţie foarte mult timp şi multă energie lucrărilor sale ştiinţifice. Totodată, nu mai puţină atenţie şi efort a acordat îndrumării tineretului care lucra pe acea vreme în Laboratorul Cavendish. El încredinţa de obicei conducerea lucrărilor, în privinţa aspectelor de detaliu, unuia dintre colaboratorii săi mai vechi — de cele mai multe ori acesta era Chadwick — dar el se interesa întotdeauna atît de alegerea tematicii, cît şi de metodele adoptate pentru rezolvarea problemelor.

Atîta vreme cît cercetătorul nu obţinea unele rezultate concrete, Rutherford acorda foarte puţină atenţie cercetării lui. El nu şi-a dădăcit niciodată discipolii. Intra deseori în laboratorul nostru pentru foarte scurt timp şi întotdeauna făcea cîte o observaţie în genul : „Cîtă vreme o să mai bateţi pasul pe loc ? Cînd veţi mai da şi ceva rezultate ?!" Pe vremea cînd abia începusem să lucrez la Laboratorul Cavendish, aceste mustrări făceau asupra mea o foarte puternică impresie, mai ales că ele erau spuse pe un ton răstit şi cu o mină severă. În cele din urmă m-am convins că ele erau exprimări de rutină, Rutherford le folosea din obişnuinţă. El moştenise acest stil de la fermierii neo-zeelandezi, care, ajungînd în cîmp, socoteau foarte folositoare cîteva cuvinte „de îndemn" pentru muncitorii agricoli.

M-a convins definitiv de aceasta o întîmplare petrecută la mai mulţi ani după începerea acti-

vității mele la Laboratorul Cavendish. S-a făcut simțită nevoia de a străpunge un perete de rezistență, pentru a prelungi o conductă necesară unui experiment. Chestiunea era urgentă, dar, întîmplător, tocmai atunci avea loc o grevă a muncitorilor din construcții și devenise extrem de greu să găsim un zidar pentru acea lucrare. În sfîrșit, zidarul a fost găsit și s-a apucat să lucreze. După puțin timp, însă, a venit și ne-a anunțat că nu mai lucrează nimic pentru noi. Fiind întrebat asupra motivului, el a povestit cum a trecut pe lîngă el de două ori un domn, care, de fiecare dată, l-a întrebat cînd are de gînd să se apuce cu adevărat de treabă și s-o termine. Zidarul s-a simțit foarte jignit. L-am întrebat cine era acest domn și, după descrierea sa, nu putea fi altul decît Rutherford. Atunci i s-au făcut reproșuri lui Rutherford, atrăgîndu-i-se atenția că într-o asemenea perioadă trebuie să dovedim tact în relațiile cu muncitorii constructori. Spre uluirea noastră, Rutherford a afirmat că nici măcar nu se adresase lucrătorului. Atunci m-am lămurit că, ori de cîte ori ne certa pentru lipsă de activitate în laboratoare, aceasta era pentru el un mod de exprimare automat, inconștient, un fel de reflex condiționat.

Cea mai importantă însușire a lui Rutherford în calitate de conducător de școală era capacitatea sa de a îndruma o cercetare, de a susține pe tinerii oameni de știință în perioada de început și de a aprecia corect rezultatele obținute. Cele mai importante însușiri pe care le prețuia la elevii săi erau independența în gîndire, inițiativa, individualitatea creatoare. Este cazul să menționez că Rutherford folosea toate mijloacele posibile pentru a pune în evidență personalitatea colaboratorilor săi.

În acest sens, îmi amintesc cum în primii ani ai muncii mele la Cambridge m-am exprimat odată față de Rutherford cam în felul următor: „Lucrarea de care se ocupă X mi se pare lipsită de orice șanse, irosește zadarnic timpul, banii și uzează aparatele". Rutherford mi-a răspuns: „Știu

că tema este fără perspectivă, dar s-a atașat de această problemă, iar dacă lucrarea nu-i va reuși, va fi pentru el o învățătură de minte. Se va îndrepta ulterior către o temă bine aleasă, care va avea soluție experimentală". Pînă la urmă Rutherford a avut dreptate. Era deseori gata de unele sacrificii, numai cu scopul de a educa la acei oameni independența, individualitatea gîndirii lor, iar dacă aceste însușiri se dovedeau prezente, el încuraja cu grija sa și stimula activitatea acelor tineri.

Voi reaminti acum povestea unei mari descoperiri realizate de Moseley, ca o dovadă a priceperii lui Rutherford de a dirija cercetările elevilor săi. Ea mi-a fost relatată de însuși Rutherford. În 1912 Moseley lucra pe lîngă Rutherford, la Manchester. Era foarte tînăr, dar Rutherford îl considera cel mai bun elev al său. La început Moseley executase o cercetare de mică anvergură, dar reușită, după care, venind la Rutherford, i-a propus trei teme de care ar fi vrut să se ocupe în continuare. Una dintre ele era tocmai acel experiment devenit clasic și care i-a adus celebritatea : determinarea dependenței dintre lungimea de undă a radiației Roentgen emise de un atom și poziția elementului respectiv în sistemul periodic. Rutherford a indicat această temă ca părîndu-i-se cea mai importantă și l-a sfătuit pe Moseley să se ocupe anume de ea. Rutherford nu se înșelase — lucrarea s-a dovedit excepțional de valoroasă. El menționa însă întotdeauna că ideea i-a aparținut lui Moseley.

Rutherford a avut întotdeauna grijă să fie recunoscută munca fiecărui om. El însuși dădea exemplu la publicarea cercetărilor sau a cursurilor sale. Dacă cineva, cu ocazia publicării unei lucrări, uita să specifice că ideea nu era de fapt a lui, Rutherford îi atrăgea atenția.

În altă ordine de idei, Rutherford era de părere că nu trebuie încărcat un cercetător începător cu lucrări de mare dificultate tehnică. Tînărul, chiar atunci cînd este talentat, are nevoie de succes, altfel își poate pierde încrederea în for-

țele sale. Iar cînd discipolul obține un succes, rezultatul trebuie apreciat ca atare și pus în evidență.

Într-o discuție sinceră, Rutherford mi-a mărturisit că cel mai important lucru pentru un savant este să se obișnuiască a nu-și invidia elevii pentru succesele lor. Or, lucrul acesta este din ce în ce mai greu pe măsură ce anii trec. Mărturisirea aceasta de un adînc adevăr m-a impresionat foarte puternic. Principala însușire a unui mare profesor trebuie să fie generozitatea. Indiscutabil, Rutherford a știut să fie generos, iar acesta a fost probabil marele secret al faptului că din laboratorul său au ieșit atîția mari oameni de știință, că în laboratorul său se putea lucra bine și fără opreliști, că exista o atmosferă normală de cercetare.

Rutherford era perfect conștient de importanța pe care o aveau pentru el elevii săi. El nu o reducea la simpla creștere a productivității muncii de cercetare. El spunea : „Elevii mă obligă să rămîn tînăr". Acesta era marele adevăr, căci tinerii nu permit savantului să se îndepărteze de viață, să se împotrivească noului care se naște în știință. Vedem atît de des cum unii savanți, îmbătrînind, se opun afirmării noilor teorii, nu apreciază corect valoarea noilor căi deschise în știință. Rutherford însă a acceptat ușor, cu bunăvoință, ideile noi în fizică, cum au fost mecanica ondulatorie și mecanica cuantică, față de care, în vremea aceea, o serie întreagă de savanți din generația sa au manifestat un scepticism nefondat. Acest scepticism apare în mod obișnuit la savanții singuratici, care nu au colaboratori apropiați pe care să-i conducă și să-i promoveze.

Rutherford era extrem de sociabil, îi făcea plăcere să poarte discuții cu oameni de știință oaspeți, care dealtfel veneau în număr mare. De obicei, atitudinea sa față de lucrările altora era plină de solicitudine. În timpul discuțiilor, Rutherford se înviora, îi plăceau glumele de care rîdea cu poftă. Avea un rîs sincer, puternic și molipsitor. Avea o figură foarte expresivă, pe care se putea citi lesne în ce dispoziție se află,

ori dacă este frămîntat de ceva. La el buna dispoziție se vedea din felul cum glumea ușor pe seama colaboratorilor săi. Cu cît ținea mai mult la un om, cu atît ironia era mai acerbă. Tot așa glumea, de pildă, în discuțiile cu Bohr sau cu Langevin, față de care era extrem de apropiat. În remarcile sale glumețe, rostite cu inima deschisă, se ascundea cîteodată ceva mai mult decît o simplă glumă. Astfel, îmi amintesc că atunci cînd îl invitase pe Millikan în laboratorul meu, a zis: „Dă-mi voie să ți-l prezint pe d-nul Millikan, despre care ai auzit, desigur. Arată-i te rog instalația pentru obținerea cîmpurilor magnetice intense și povestește-i despre experiențele realizate. Mă îndoiesc însă că te va asculta, căci va începe de îndată să ți le povestească el pe ale lui." La rîsul care a urmat, participarea lui Millikan a fost, se înțelege, mai mică. Dar, după plecarea lui Rutherford, m-am convins foarte repede cîtă dreptate avusese.

N-am să vă relatez felul în care își făcea Rutherford comunicările sale științifice, care mie mi-au plăcut întotdeauna ca formă și conținut. Rutherford acorda o mare atenție modului de prezentare a comunicării și, după cît se pare, se pregătea cu deosebită grijă pentru aceasta. De la el am deprins modul de prezentare a lucrărilor la Societatea regală, iar una dintre poveștile sale mi-o amintesc și acum. El spunea: „Cît mai puține diapozitive! De cîte ori se stinge lumina, alți cîțiva ascultători părăsesc sala...".

Interesul lui Rutherford nu se limita doar la problemele științifice, el se lăsa captivat de multe aspecte ale lumii în care trăia. Citea și cărți de istorie, de călătorii, și-i plăcea să povestească despre cele citite. Citea cu pasiune, reținînd întotdeauna esențialul. În ultima perioadă, cînd devenisem și eu membru al colegiului, pe cînd îl însoțeam acasă după prînzul de duminică, discutam deseori asupra chestiunilor politice.

Din prima zi în care începusem să lucrez la Laboratorul Cavendish, Rutherford m-a anunțat

pe neașteptate că nu-mi va permite să fac propagandă comunistă în laboratorul său. Această declarație a fost atunci un adevărat șoc pentru mine. N-am fost doar uluit, mă simțeam de-a dreptul jignit. Atitudinea lui Rutherford era o consecință a propagandei anticomuniste active ce se făcea pe atunci în Europa de vest și a luptelor politice ce tulburau bătrînul continent. În Rusia, în perioada dinaintea plecării în Anglia, mă dedicasem într-atîta muncii științifice, încît eram prea puțin informat asupra celor ce se petreceau în Europa, asupra prăpastiei care separa taberele aflate în lupta politică. În cele din urmă, încheind prima mea cercetare după instalarea la Cambridge, i-am prezentat lui Rutherford un extras al lucrării publicate pe care am scris o dedicație. În aceasta spuneam că lucrarea respectivă este o dovadă a faptului că venisem aici să desfășor activitate științifică, iar nu propagandă comunistă. El s-a înfuriat și mi-a înapoiat lucrarea. Eu prevăzusem aceasta și aveam pregătit un alt extras, cu o dedicație obișnuită, pe care i l-am înmînat pe loc. După cum mi s-a părut, Rutherford a apreciat spiritul meu de prevedere, căci incidentul s-a închis. El se aprindea foarte repede, dar tot atît de repede se potolea.

În anii care au urmat, am avut de multe ori discuții cu Rutherford pe teme politice, îndeosebi cu privire la fascismul care se întărea pe atunci în Europa. El era un optimist și credea că toate acestea vor trece de la sine. După cum știm însă, lucrurile nu s-au petrecut deloc așa.

Ca majoritatea oamenilor cu preocupări științifice, Rutherford era un savant cu vederi progresiste.

Am avut de două ori prilejul de a-l atrage pe Rutherford într-o acțiune politică. Prima acțiune a fost legată de numele lui Langevin. În tinerețe, Rutherford și Langevin lucraseră împreună la Laboratorul Cavendish, chiar în aceeași cameră, fiind de la început foarte buni prieteni. Nu aveai cum să nu fii prieten cu un om ca Langevin care, pe lîngă o inteligență sclipitoare, întrunea și ex-

cepționale calități sufletești. Prietenii mei din Paris, care erau elevi ai lui Langevin, îmi vorbiseră cu indignare despre faptul că Langevin, indiscutabil cel mai mare fizician al Franței, nu era primit în Academia franceză din pricina convingerilor sale progresiste. Langevin activa în organizațiile de stînga, era membru fondator al Ligii pentru drepturile omului, combătuse antisemitismul în perioada procesului lui Dreyfus ș.a.m.d.

Atunci eu i-am vorbit lui Rutherford despre piedicile întîmpinate de Langevin în alegerea lui în Academia franceză și l-am întrebat dacă în Anglia ar putea fi admiși asemenea oameni cu vederi de stînga în Societatea regală, pe locurile destinate străinilor.

La început Rutherford a mormăit ceva cu totul neinteligibil, pentru ca apoi să înceapă a povesti ce om cu adevărat bun este Langevin. Și-a mai amintit cum în vremea războiului Langevin a lucrat din răsputeri să pună la punct legătura cu unde ultrasonice prin apele Canalului Mînecii, pe care tot el o concepuse. Cu aceasta însă discuția s-a încheiat. Dar la primele alegeri care au urmat, în 1928, Langevin a fost ales membru din străinătate al Societății regale, și lucrul acesta cu mulți ani înainte de a fi ales în Academia franceză.

A doua acțiune s-a petrecut în primii ani după instalarea hitlerismului. În condițiile extinderii campaniilor antisemite, ne preocupa foarte mult situația unor mari savanți fizicieni precum Stern, Frank, Born și alții. Tot atunci a venit la mine, la Cambridge, Szilard. Am început să ne gîndim cum să-i scoatem pe aceștia din Germania, fără să dăm cu ceva de bănuit. M-am adresat lui Rutherford, care ne-a ajutat cu plăcere. El a trimis personal acestor oameni de știință invitația de a veni la Cambridge pentru a ține unele cursuri.

Pe Rutherford îl atrăgeau oamenii cei mai diferiți, dar manifesta un interes deosebit pentru oamenii cu multă personalitate. Cînd ajunsese președintele Societății regale, era deseori invi-

tat la dineuri, unde întîlnea politicieni, oameni de afaceri, activişti pe tărîm social. Ne povestea apoi cu plăcere despre discuţiile pe care le avusese cu aceştia, făcîndu-le fiecăruia cîte o caracterizare. Îmi amintesc în mod deosebit despre impresia puternică pe care i-o făcuse Churchill. Caracterizarea pe care i-a făcut-o Rutherford a fost scurtă, dar clară şi corectă. Îmi amintesc din relatarea lui Rutherford mai ales faptul că Churchill, încă de pe atunci, îl considera pe Hitler ca pe un real pericol pentru pacea lumii şi-l numea omul care călăreşte un tigru. Se poate ca discuţia respectivă să fi modificat întrucîtva părerile optimiste ale lui Rutherford despre viitor.

Interesul şi atenţia pe care le manifesta Rutherford faţă de oameni erau resimţite în primul rînd de cei care-l înconjurau, dealtfel ca şi atitudinea sa plină de bunăvoinţă. Ieşirile sale fără menajamente, socotite ca lipsă de tact în societate, erau pe de-a-ntregul compensate de cordialitatea sa şi de bunele sale intenţii.

Aprecierea corectă a oamenilor din preajma sa, spiritul lui de pătrundere se explicau prin faptul că era un fin psiholog, iar oamenii îl interesau. Caracterizările pe care le făcea erau întotdeauna sincere şi directe. Aşa cum proceda în problemele ştiinţifice, portretele pe care le făcea unor oameni erau succinte şi clare, iar eu mă convingeam de fiecare dată că erau şi corecte. Probabil că aprecierea oamenilor era la Rutherford, de asemenea, un proces subconştient de genul intuiţiei.

Aş vrea să ilustrez capacitatea lui Rutherford de pătrundere psihologică a oamenilor şi interesul său faţă de aceştia prin redarea a două episoade. La Cambridge funcţiona un teatru mic, de avangardă, la care într-un rînd se reprezenta piesa „Unchiul Vania" a lui Cehov. Rutherford a fost la unul din spectacole şi a ieşit zguduit de cele văzute. Ca în toate operele sale, Cehov este preocupat de o problemă psihologică, dar în acest caz problema este complicată de faptul că toate personajele sînt intelectuali profunzi, la care perceperea realităţii înconjurătoare este complexă. În

piesa „Unchiul Vania" un cunoscut profesor din domeniul ştiinţelor umaniste se retrage după ieşirea la pensie la o moşie, proprietate a soţiei sale. Unchiul Vania, care administrează moşia, renunţă la foarte multe, pentru ca profesorul să nu simtă nici o lipsă, chiar dacă vede bine că profesorul este o personalitate găunoasă, de formaţie scolastică şi plin de pedanterii. Pe fondul unei situaţii psihologic complexe, unchiul Vania ajunge să-l împuşte pe profesor, dar îşi greşeşte ţinta. Îmi amintesc cu cîtă vervă, cu cîtă pătrundere şi cu cîtă claxitate mi-a povestit Rutherford situaţia, simpatia sa fiind în întregime de partea unchiului Vania. Faptul că pe Rutherford subiectul îl captivase, dovedeşte că îl pasiona să pătrundă în psihologia oamenilor.

O impresie foarte puternică a lăsat asupra mea următoarea întîmplare, în care a ieşit în evidenţă capacitatea lui Rutherford de a se orienta în situaţii delicate pentru oameni. Dat fiind că a trecut de atunci suficient de multă vreme, cred că pot să vă relatez această întîmplare legată de numele unui fizician foarte cunoscut pe atunci — Paul Ehrenfest. Ehrenfest s-a născut în Austria. Cu ocazia unei excursii în munţi, el a cunoscut o rusoaică ce se îndeletnicea cu ştiinţa, a urmat-o în Rusia, unde s-au căsătorit. Aici el a realizat o serie de lucrări importante, în principal de termodinamică, care i-au adus recunoaşterea internaţională. Ulterior, a fost invitat de Universitatea din Leyda să ocupe catedra de fizică, pe care, tocmai atunci, din motive de vîrstă, o lăsase vacantă marele Lorentz, creatorul teoriei electronice a metalelor şi unul dintre fondatorii teoriei relativităţii.

Casa lui Ehrenfest de la Leyda devenise, graţie prezenţei sale, unul din centrele mondiale ale fizicii teoretice. Principala sa însuşire era spiritul critic neobişnuit de pătrunzător. Ehrenfest nu era doar un extraordinar îndrumător al tineretului, care se ataşase de el ; critica sa era atît de profundă, încît fizicienii teoreticieni, cînd duceau la capăt vreo cercetare mai importantă, se duceau întotdeauna la Ehrenfest pentru a i-o expune.

Ehrenfest observa întotdeauna și cea mai măruntă greșeală ori contradicție. El făcea aceste „disecții" cu plăcere, cu pasiune chiar, deseori fiind tăios, dar întotdeauna cu bunăvoință. Critica sa era atît de serioasă și de fertilă, încît era solicitat pînă și de Einstein sau Bohr. Lăsînd la o parte diferența de vîrstă, eram prieten cu Ehrenfest, fiind deseori oaspetele familiei sale excepțional de primitoare, așa încît am asistat nu o dată la discuțiile științifice din casa sa.

După cîte s-ar părea, spiritul său, prin excelență critic, îi bloca imaginația, așa încît personal nu realizase lucrări pe care să le fi considerat importante. Pe atunci, eu nu știam cît de mult suferea Ehrenfest, dat fiind temperamentul său nervos, din pricină că nu reușea să se ridice în creația sa la nivelul colegilor de breaslă ale căror lucrări le analiza adesea. Am aflat despre toate aceste suferințe abia la începutul anului 1933, cînd, într-o scrisoare, el mi-a destăinuit în amănunt starea sa sufletească, lipsa de sens a activității sale, ajungînd la concluzia că nu mai merită să trăiască. Singurul lucru care, după părerea lui, l-ar mai fi putut salva, era să părăsească Leyda, să se îndepărteze de prietenii săi de atunci. Mă întreba dacă nu pot să-l ajut, cu sprijinul lui Rutherford, care, desigur, avea multe relații, să se instaleze la vreo mică universitate din Canada.

Am fost, bineînțeles, deosebit de tulburat. Noi toți îl iubeam pe Ehrenfest și eram conștienți de influența sa uriașă asupra dezvoltării fizicii contemporane, ca profesor și critic. Am tradus scrisoarea din germană în engleză și am venit cu ea la Rutherford, care personal îl cunoștea destul de puțin pe Ehrenfest. I-am transmis scrisoarea, spunîndu-i că mă tem foarte mult pentru soarta lui Ehrenfest și că, chiar dacă dezechilibrul său psihic ce reieșea din scrisoare este trecător, trebuie să-l ajutăm să iasă din această stare de depresiune. Rutherford m-a liniștit, declarîndu-mi că se va ocupa personal de acest caz. Nu știu ce i-a scris Rutherford lui Ehrenfest, știu doar că peste cîtăva vreme am primit o scrisoare de-a dreptul fericită

de la acesta, în care îmi scria că Rutherford i-a explicat ce rol important deține el în fizica actuală și că, evident, nu mai simte nevoia să plece în Canada.

Și această întîmplare dovedește ce soluții bune găsea Rutherford în situații complexe sub raport psihologic, probabil chiar mai bune decît ale unui psihiatru.

Către sfîrșitul anului 1933 însă, se pare că starea depresivă a lui Ehrenfest a revenit, așa că la 25 septembrie 1933 s-a sinucis.

Îmi mai amintesc de o întîmplare, de data aceasta veselă, care ilustrează atitudinea lui Rutherford față de copii. Odată, chemat fiind de Rutherford în cabinetul său, l-am găsit citind o scrisoare și hohotind cu rîsul său puternic, molipsitor. După cîte știu, scrisoarea venea de la elevii unei școli medii oarecare din Ucraina. Aceștia îl încunoștințau pe Rutherford că înființează un cerc de fizică și că intenționau să continue cercetările fundamentale începute de Rutherford asupra nucleului atomic. De aceea, îl rugau pe Rutherford să accepte a fi membru de onoare al cercului lor și să le trimită extrase după articolele sale. Menționînd realizările și descoperirile acestuia în domeniul fizicii nucleare, în locul termenilor din fizică, elevii folosiseră termeni preluați din fiziologie. Sub această formă, structura atomului apărea ca avînd proprietățile unei ființe vii, fapt care stîrnise în cel mai înalt grad ilaritatea lui Rutherford. Eu i-am explicat lui Rutherford că, după toate probabilitățile, elevii făcuseră singuri traducerea în engleză a scrisorii, folosind în acest scop dicționarul. Or, în limba rusă, cuvîntul „nucleu" are două semnificații. Rutherford mi-a spus că bănuia și el așa ceva, după care le-a răspuns copiilor, mulțumindu-le pentru cinstea de a-l fi ales membru de onoare și le-a trimis extrase din lucrările sale.

În încheiere aș vrea să mă opresc asupra unei chestiuni care a mai fost discutată : a întrevăzut oare Rutherford imensele consecințe practice la

care a dus descoperirea și studierea radioactivității ? Rezerva uriașă de energie ascunsă în adîncurile materiei a început să fie cunoscută de fizicieni încă mai de mult, odată cu progresele teoriei relativității. Întrebarea care se ridica pe atunci era: vom reuși oare vreodată să găsim mijloacele pentru utilizarea practică a acestor uriașe rezerve ?

După cum se știe, șansele de a se obține energie din procesele nucleare erau din ce în ce mai mari, pe măsura cunoașterii esenței proceselor radioactive. Rămînea însă neclar dacă din punct de vedere tehnic va fi posibil să controlăm asemenea procese energetice. După cîte îmi aduc aminte, cînd i-am vorbit lui Rutherford despre aceste aspecte, el nu le-a acordat vreo atenție deosebită. De fapt, eu observasem încă de la începutul cunoștinței mele cu Rutherford că el nu manifesta nici un fel de interes pentru tehnică și pentru problemele tehnice, ba chiar se părea că împărtășea o prejudecată, și anume, că activitatea în domeniul științelor aplicative este legată de interese bănești.

Eu, fiind de formație inginerească, manifestam o atracție firească pentru problemele tehnice. Nu o dată eram solicitat să dau sfaturi, ori să particip la rezolvarea unor probleme tehnice în industrie. De cîte ori îi ceream lui Rutherford părerea asupra acestor demersuri, el îmi răspundea invariabil: „Nu poți fi credincios în același timp și lui Dumnezeu și diavolului" și avea în privința aceasta dreptate. Într-un rînd mi-a povestit, în amănunt și de pe o poziție foarte critică, istoria tînărului și capabilului fizician care fusese Pupin, ajuns în cele din urmă negustor. Pupin era ceva mai în vîrstă decît Rutherford și lucrase înaintea lui la Laboratorul Cavendish.

Din motivele arătate, consider că aprecierile lui Rutherford cu privire la consecințele practice ale fizicii nucleare nu aveau o valoare deosebită. Aceste aspecte erau în afara cercului de probleme care-l interesau și nu erau pe gustul său.

Îmi mai amintesc de o discuție asemănătoare cu Rutherford după un prînz la Trinity College. Într-un context pe care nu-l mai țin minte — poate sub influența cărții *Geniul și nebunia* de Lombroso, sau poate din alt motiv — eu am dezvoltat ideea că fiecare dintre marii savanți trebuie să fie, pînă la un anume punct, nebun. Rutherford, care ascultase această discuție, m-a întrebat: „Kapița, după părerea dumitale, și eu sînt nebun?" „Da, domnule profesor", i-am răspuns. „Și cum demonstrezi aceasta?". „Foarte simplu. Vă amintiți că, acum cîteva zile, mi-ați povestit în treacăt cum ați primit o scrisoare din S.U.A., în care o mare firmă americană — acum nu mai știu care era, probabil General Eelectric — vă propunea să construiți în America un laborator uriaș, oferindu-vă în acest scop un salariu ca-n basme. Nu numai că n-ați luat în considerare o asemenea propunere, dar v-ați și amuzat. Iată deci că, din punctul de vedere al unui individ normal, dumneavoastră ați procedat ca un nebun." Rutherford a izbucnit în rîs și mi-a declarat că, după toate probabilitățile, am dreptate.

În toamna anului 1934, cînd, conform obiceiului, am plecat în U.R.S.S. să-mi văd mama și prietenii, a fost ultima dată cînd l-am mai văzut pe Rutherford și i-am mai auzit glasul, căci după aceea, într-un mod complet neașteptat, am fost împiedicat să mă mai întorc la Cambridge. În următorii trei-patru ani, în Uniunea Sovietică n-am avut laborator și nu mi-am putut continua munca științifică. Evident, starea mea sufletească era deosebit de grea. În acești ani, singurul savant din afara granițelor U.R.S.S. cu care corespondam era Rutherford. Cel puțin o dată la două luni el îmi scria cîte o scrisoare lungă, care pentru mine prețuia foarte mult. În aceste scrisori îmi povestea despre viața la Cambridge, despre succesele sale și despre realizările școlii sale, îmi scria despre sine, glumea și îmi dădea sfaturi, încurajîndu-mă întotdeauna pentru ca să pot depăși situația grea în care mă aflam. El înțelegea per-

fect că pentru mine principalul era să-mi reiau cît mai repede munca științifică ce-mi fusese atît de brusc întreruptă. Și, după cum știe toată lumea, mai ales datorită participării și eforturilor sale am căpătat aparatură proprie pentru a putea să-mi reiau cercetările în domeniul fizicii temperaturilor joase.

Sînt încredințat că odată și odată scrisorile lui Rutherford vor fi publicate. Eu însă doresc să reproduc aici cel puțin cîteva fragmente, care sînt ilustrative prin ele însele, fără alte comentarii.

Astfel, la 21 noiembrie 1935, îmi scria: „Aș vrea să-ți dau un mic sfat, deși poate nici nu ai nevoie de el. Eu cred că pentru dumneata cel mai important lucru este să începi cît mai repede să-ți amenajezi laboratorul și să-ți pregătești colaboratorii pentru a-ți fi de folos. Sînt convins că multe dintre actualele dumitale neplăceri vor înceta în clipa în care îți vei relua munca, după cum mai sînt convins că și raporturile dumitale cu autoritățile se vor îmbunătăți, de îndată ce se va vedea că muncești cu toată rîvna pentru a pune pe roate instituția... S-ar putea să afirmi că nu cunosc bine situația în care te afli, dar sînt încredințat că fericirea dumitale depinde de măsura în care vei reuși să lucrezi cu spor în laboratorul dumitale. Prea multă introspecție dăunează oricui...".

La 15 mai 1936 îmi scria: „...În acest semestru am fost mult mai ocupat decît altădată. Dar, după cum știi și dumneata, caracterul meu s-a schimbat în bine în ultimii ani și am impresia că nimeni n-a mai avut de suferit de pe urma lui în ultimele cîteva săptămîni. Începe munca dumitale de cercetare, chiar dacă nu va fi de nivel mondial, începe-o cît mai repede și o să te simți dintr-o dată mult mai fericit. Cu cît munca va fi mai grea, cu atît îți va rămîne mai puțin timp să te gîndești la necazuri. Cunoști proverbul potrivit căruia fiecărui cîine îi prinde bine să aibă și cîțiva purici, deși dumneata simți că ai cam prea mulți...".

Sfaturile lui Rutherford erau concise, clare și pline de îmbărbătare, adevărate sfaturi de părinte. Ultima sa scrisoare către mine poartă data de 9 noiembrie 1937. Îmi scria în amănunt despre călătoria în India pe care o pregătea. Există însă în această scrisoare un pasaj pe care am să-l reproduc întocmai: „Mă bucur să pot spune că, din punct de vedere fizic, mă simt destul de bine; aș fi vrut însă să nu mă fi obosit atît în cursul semestrelor". Așadar, chiar cu zece zile înaintea morții, el încă nu-i simțea apropierea.

Moartea lui Rutherford n-a reprezentat pentru mine doar pierderea dascălului meu și a unui prieten. Atît pentru mine, cît și pentru o serie de alți oameni de știință, acești ani au fost ultimii dintr-o epocă fericită pentru știință. Să mă explic.

S-ar părea că în anii respectivi s-a născut ceea ce mai tîrziu avea să poarte numele de revoluția științifico-tehnică, etapă distinctă în istoria civilizației omenești. Unul dintre factorii de bază ai declanșării acestei revoluții a fost tocmai trecerea la utilizarea de către om a energiei nucleare. Știm cu toții dealtfel că urmările acestei laturi a revoluției pot fi îngrozitoare, ele ar putea duce la distrugerea umanității. Anul 1921, cînd Rutherford m-a prevenit să nu încerc a mă ocupa de propagandă comunistă, era tocmai perioada în care el, împreună cu discipolii săi, puneau de fapt bazele revoluției științifico-tehnice, în Laboratorul Cavendish. E adevărat, noi cu toții sperăm că oamenii vor avea destulă înțelepciune pentru a canaliza revoluția științifico-tehnică pe făgașul cel bun, în slujba fericirii lor. Dar, odată cu moartea lui Rutherford, a încetat pentru totdeauna acea muncă de cercetare fericită și liberă, din care ne-am împărtășit atît în anii tinereții noastre. Știința și-a pierdut libertatea, ea a devenit o forță de producție. S-a îmbogățit, dar a devenit prizonieră, fiind obligată să se acopere în bună parte cu un văl opac. Eu nu sînt deloc convins că în asemenea vremuri Rutherford ar fi continuat să rîdă și să glumească.

ROLUL MARELUI SAVANT ÎN DEZVOLTAREA ȘTIINȚEI

Referat prezentat la Colocviul internațional consacrat aniversării a 100 de ani de la nașterea lui Rutherford

1971

Onoarea de a rosti cuvîntul de deschidere la acest colocviu îmi produce o deosebită plăcere, nu numai pentru că eu, ca om de știință, mă înclin în fața contribuției fundamentale pe care Rutherford a adus-o la cunoașterea radioactivității și a structurii atomului, ci și pentru că am avut fericirea de a fi unul dintre discipolii săi. Datorez mult în ceea ce privește dezvoltarea cercetărilor mele atitudinii lui Rutherford, plină de bunăvoință față de mine. În cei 13 ani pe care i-am petrecut la Laboratorul Cavendish, am învățat foarte mult de la el, nu numai ca de la un mare savant, ci și ca de la conducătorul și organizatorul uneia dintre cele mai importante școli de fizică din timpurile acelea.

Acum savanții care s-au adunat aici vor face o serie de comunicări interesante cu privire la Rutherford. Majoritatea acestor contribuții vor fi prezentate de colaboratori ai acestuia, care asemeni mie, și-au început cariera științifică la Laboratorul Cavendish ; astfel, vom audia aici pe Allibone, Feather, Lewis, Schönberg.

Am rămas destul de puțini și, din păcate, n-au putut să vină nici Blackett, nici Chadwick, nici Oliphant, nici Ellis. Ei nu vor lua parte la jubileul care va avea loc în octombrie, în Anglia, la Societatea regală din Londra și la Universitatea din Cambridge.

La deschiderea reuniunii noastre de astăzi, n-am să vorbesc nici despre savantul Rutherford, nici despre profesorul Rutherford, ci luînd activitatea lui Rutherford ca exemplu, mă voi ocupa de un subiect care mi se pare mai important, și anume

rolul marelui savant-creator în dezvoltarea științei.

Nu este pentru prima oară cînd se discută acest subiect, dat fiind că el este de o deosebită însemnătate pentru organizarea cercetării științifice. Simplificînd lucrurile, problema poate fi prezentată astfel. Știința este, în fond, cunoașterea de către om a legilor naturii. Aceste legi sînt unice, prin urmare, calea de dezvoltare a științei este predeterminată și nici un om nu o poate modifica. Ar însemna că un geniu ca Rutherford sau ca alți mari savanți ai lumii n-ar putea schimba drumul acestei dezvoltări. Or, dacă lucrurile stau într-adevăr astfel, atunci omul de geniu poate fi substituit de un grup de oameni mai puțin dotați, iar în aceste condiții, succesul cercetărilor va fi asigurat printr-o bună organizare a muncii lor. Aceasta ar însemna deci înlocuirea calității prin cantitate. Enunțînd o asemenea idee se face, de regulă, observația că, în practică, acest lucru este și mai simplu și mai sigur, decît să avem de-a face cu genii, care, adesea, sînt niște oameni foarte incomozi.

Am avut ocazia să ascult asemenea puncte de vedere proclamate de oameni cu poziții deosebit de importante pe tărîm social. O asemenea opinie conține un dram de adevăr, și anume acela că institutele bine organizate aduc fără îndoială un aport esențial la dezvoltarea științei, dar, după părerea mea, institutele de cercetări nu pot lucra cu succes în lipsa unor conducători de seamă, a unor savanți eminenți. Tot cu titlu de exemplu, vreau să remarc că istoria ne-a dovedit de nenumărate ori că armatele lipsite de un mare conducător cu greu și arareori obțin vreo victorie. Întrebarea se pune atunci: poate oare o oștire de cercetători să cucerească cu succes natura fără să-și aibă marii săi comandanți?

După cum știți, dezvoltarea științei constă în observarea unor fenomene noi din natură și în descoperirea legilor cărora acestea li se supun. De cele mai multe ori aceasta se realizează prin descoperirea unor noi metode de cercetare. Realizarea

noului, a ceva necunoscut înainte este unanim considerată o muncă de creaţie şi apreciată ca cea mai înaltă expresie de activitate spirituală a omului. Talentul individului, nu numai ca savant, ci şi ca scriitor, pictor, muzician şi chiar ca conducător de oşti ori conducător de ţară reprezintă de fapt înzestrarea lui pentru munca de creaţie.

Importanţa talentului creator este bine ilustrată de următorul exemplu, care, după cîte ştiu, a fost dat mai demult de Jeans. Să zicem că dispunem de un număr x de maşini de scris, iar în spatele fiecăreia stă cîte o maimuţă ce are capacitatea de a bate în claviatură, la întîmplare ; prin urmare, poate desfăşura o muncă complet lipsită de posibilităţi creatoare în domeniul literaturii. Întrebarea este : care trebuie să fie numărul acestor maimuţe dactilografe, pentru ca una dintre ele să aibă norocul să scrie, să zicem, „Hamlet", deci una dintre cele mai cunoscute opere ale literaturii universale, creaţie a geniului lui Shakespeare ? Problema se rezolvă simplu. Admitem că, folosindu-se toate clapele şi registrele unei maşini de scris moderne, pentru a exista certitudinea scrierii primei litere a textului de către o maimuţă, sînt necesare 100 de apăsări de clapă executate independent de tot atîtea maimuţe, la tot atîtea maşini de scris. Atunci, pentru ca să se obţină primele n litere ale textului din „Hamlet", numărul necesar de maimuţe va fi $x = 100^n = 10^{2n}$. În acest fel ajungem la un rezultat cu totul neaşteptat. Pentru a se obţine coincidenţa cu primele 40 de litere din text, ceea ce reprezintă mai puţin decît primul vers din „Hamlet", numărul de maimuţe trebuie să fie de circa 10^{30}, ori acesta este, aproximativ, numărul de atomi din întregul univers, după reprezentările actuale ale astronomilor.

Cu aceasta, evident, problema nu este în întregime rezolvată. Literele scrise de maimuţe ar mai trebui şi citite. Pentru a pricepe cele scrise, este nevoie de inteligenţă omenească chiar fără potenţe creatoare, dar cu capacitatea de a aprecia în mod critic calităţile literare ale unui text.

Am dat aici, bineînțeles, un exemplu limită, întrucît nimeni nu-și propune să încadreze institutele de cercetare cu maimuțe; el are totuși utilitatea sa, pentru că ne sugerează însemnătatea selecționării atente a lucrătorilor științifici dintre oameni cu aptitudini creatoare. În știință, o abordare greșită de la început, ca și în cazul maimuțelor dactilografe, reduce practic la zero șansa unei rezolvări încununate de succes.

Dacă am fi în măsură să apreciem cantitativ capacitățile creatoare ale indivizilor, am putea rezolva cea mai importantă problemă a organizării cercetării științifice, și anume, aceea de a predetermina posibilitățile de rezolvare a unei probleme științifice sau a alteia, în funcție de capacitățile creatoare ale cadrelor selecționate în acest scop. Deocamdată, din păcate, nu putem să dăm o rezolvare cantitativă acestor probleme. Viața însă ne arată că succesul în muncă al unui institut de cercetări depinde în întregime de aptitudinile creatoare ale colectivului său. După cum ar spune matematicienii, ca și în cazul maimuțelor, această dependență este de tip exponențial, posibilitățile creatoare ale colectivului determinînd mărimea exponentului; față de o valoare ridicată a unui asemenea exponent este suficientă a reducere destul de mică, pentru ca totalul rezultatelor colectivului să devină dintr-o dată neînsemnate. Totodată însă, este valabilă și relația inversă: este suficientă apariția fie și a unui singur mare om de știință pentru ca eficiența activității întregului colectiv să crească puternic.

Într-adevăr, istoria științei ne arată cum o școală de cercetători științifici bine selecționați (în mod obișnuit, ea se constituie de către un mare savant) împinge înainte, în mod cu totul excepțional, știința. Un exemplu strălucit de asemenea școală a fost cea constituită de Rutherford la Laboratorul Cavendish.

Atunci cînd se analizează eficiența activității unei instituții științifice, trebuie să avem in vedere

încă un factor esențial pentru buna desfășurare a muncii de creație, fie că este vorba de creația științifică, fie de cea artistică, și anume — aprecierea corectă, de către colectivitate, a lucrărilor originale. În exemplul lui Jeans, o asemenea misiune este îndeplinită de acei oameni competenți, necesari pentru a alege dintre textele dactilografiate de maimuțe, pe cele care prezintă calități literare. Tocmai de aceea o activitate eficientă de creație, fie ea științifică, fie artistică, nu este posibilă fără existența unei colectivități numeroase, cu un grad corespunzător de cultură.

Eu aș aduce aici, în legătură cu cele spuse mai înainte, un exemplu frapant din istoria artelor, mai exact din epoca Renașterii italiene, exemplu care vorbește despre realizări deosebit de reușite ale activității creatoare a oamenilor.

În fața istoricilor de artă se ridică demult o întrebare : cum se face că în Italia, o țară nu prea întinsă și într-un interval de timp relativ scurt, a apărut aproape simultan o serie întreagă de mari pictori precum Rafael, Tizian, Michelangelo, Leonardo da Vinci, Correggio, Botticelli, Tintoretto și alții ? Nicăieri în altă parte, de-a lungul următoarelor cinci secole, n-a mai apărut o asemenea pleiadă de genii. Dilema rămîne : a fost aceasta rezultatul unei simple coincidențe, ori efectul acțiunii unei legități istorice ? După părerea mea, Taine, în remarcabila sa lucrare *Filosofia artei*, dă o explicație corectă cauzelor care au dus la apariția acestei geniale pleiade. El arată că în epoca Renașterii talentele creatoare au putut înflori datorită existenței unei atitudini pline de solicitudine față de arte din partea societății acelei vremi. Într-o Italie înfloritoare din punct de vedere economic, în virtutea unor împrejurări istorice constituite, a apărut o largă categorie socială capabilă de a da o înaltă apreciere artelor plastice, autentică cunoscătoare a artei și susținătoare a celor mai talentați reprezentanți ai ei.

Tot așa, pleiada de mari savanți fizicieni care au fost Maxwell, Rayleigh, Thomson, Rutherford

și care au condus unul după celălalt Laboratorul Cavendish al Universității din Cambridge n-ar fi putut să apară, dacă acolo — și în general în Anglia acestor vremuri — n-ar fi existat un mediu propice din punct de vedere cultural și științific, în măsură să aprecieze și să susțină activitatea oamenilor de știință.

Experiența istorică ne demonstrează cît de mic este numărul oamenilor în suficientă măsură dăruiți de natură cu capacitate de creație care să poată exercita o influență apreciabilă asupra dezvoltării științelor sau artelor. Lucrul acesta se mai poate constata din raportul existent între numărul total al lucrărilor științifice publicate și numărul lucrărilor care au exercitat efectiv o înrîurire asupra mersului științei. Cam același raport există și între numărul total al tablourilor pictate vreodată și numărul acelora care sînt considerate cu adevărat opere de artă. Marx spunea că valoarea de excepție a capodoperelor realizate de marii maeștri se explică prin faptul că în ele este cuprinsă și toată cheltuiala făcută cu marele număr de tablouri pictate dar care nu reprezintă vreo valoare artistică. O tot atît de riguroasă selecție a valorilor are loc și în literatură sau în muzică.

De aici rezultă în mod evident că, pentru ca știința sau artele să se dezvolte cu succes într-o țară, este necesar să existe acel volum important de lucrări științifice, respectiv de opere de artă, din care, prin selecție, să se aleagă acea proporție neînsemnată de lucrări, care, numai ele fac să progreseze știința și îmbogățesc patrimoniul artistic. Tocmai în vederea unei asemenea selecții trebuie să existe o opinie colectivă matură, aptă să facă aprecierea corectă și competentă a celor mai bune dintre lucrări.

În acest fel, rezultă că o bună organizare a activităților științifice nu se reduce la crearea condițiilor materiale corespunzătoare, ci este necesar în plus să existe și condițiile pentru aprecierea corectă a rezultatelor cercetării. În prezent, în toate țările, o asemenea apreciere este cel mai

bine asigurată de organisme obşteşti sau organe colective cum sînt academiile de ştiinţe, societăţile ştiinţifice, consiliile ştiinţifice etc. Totodată, graţie importanţei internaţionale a ştiinţei, a devenit posibilă o apreciere şi mai obiectivă prin constituirea unei opinii ştiinţifice internaţionale. Aceasta se formează în cursul frecventelor întîlniri ale oamenilor de ştiinţă la simpozioane sau congrese ştiinţifice, prin traducerea lucrărilor ştiinţifice în limbi străine ş.a.m.d.

În prezent, odată cu creşterea rolului ştiinţei în dezvoltarea tehnicii, a economiei naţionale şi a culturii fiecărei ţări, cercetarea ştiinţifică a început să consume o cotă însemnată din veniturile statului, iar organizarea unei activităţi ştiinţifice eficiente devine o importantă problemă de stat.

Nu ne putem permite să lăsăm ca ştiinţa să se dezvolte la întîmplare, pentru organizarea cercetării este nevoie să studiem legităţile proprii muncii colective a oamenilor de ştiinţă şi să ştim să selecţionăm oamenii cu aptitudini creatoare. Iar acest lucru trebuie să se bazeze pe studierea experienţei marilor savanţi şi a marilor organizatori ai ştiinţei, cum a fost şi Rutherford.

Cea mai importantă şi cea mai dificilă sarcină în activitatea de organizare a cercetării ştiinţifice este selecţia tinerilor cu adevărat cei mai dotaţi din punct de vedere creator, şi făurirea condiţiilor în care aceste talente să se dezvolte pe deplin. În acest scop trebuie să ştim să estimăm capacităţile creatoare ale tinerilor încă în faza în care ei abia îşi încep activitatea ştiinţifică. Principala eroare care se face de multe ori este că la unii tineri se confundă potenţialul de asimilare şi erudiţia cu aptitudinile creatoare.

De pildă, în biografia lui Rutherford există un episod semnificativ. Pe vremea cînd se afla în Noua Zeelandă şi era un cercetător ştiinţific începător, s-a procedat la o selecţie printre absolvenţii universităţii, cu scopul de a se acorda o bursă celui mai bun, pentru a-şi continua activitatea ştiinţifică la Cambridge. Nu-mi amintesc care fusese primul pe listă, în orice caz Ruther-

ford era al doilea. După cum știți, doar datorită unei întîmplări cel care ieșise primul n-a mai plecat și atunci a fost trimis Rutherford. În istoria științei s-au putut observa frecvent asemenea greșeli de apreciere. Cauza lor stă de obicei în insuficienta capacitate de a aprecia calitățile creatoare ale savantului începător și în supraestimarea capacității de însușire a materialului faptic.

Studierea lucrărilor de tinerețe ale unui atît de mare savant cum a fost Rutherford comportă un interes deosebit din acest punct de vedere, deoarece ele cuprind începuturile dezvoltării însușirilor sale creatoare. Aceste lucrări sînt astăzi aproape date uitării, deoarece metodele cu care au fost realizate sînt acum desuete, iar rezultatele cantitative se obțin astăzi cu o mult mai mare precizie. Dar ce material excepțional oferă ele pentru a studia cum s-a conturat talentul creator al lui Rutherford !

Cercetînd aceste lucrări, observăm că la începuturile activității sale Rutherford nu putea fi socotit un savant de o deosebită erudiție. Însă imaginația sa creatoare și curajul său în construirea ipotezelor științifice, intuiția sa au constituit principalii factori care au determinat succesul cercetărilor sale.

Evident, toate acestea sînt în prezent bine cunoscute datorită marilor descoperiri înfăptuite de Rutherford. Dar cea mai importantă problemă care stă în fața unui organizator al muncii științifice este de a ști să observi talentul unor asemenea savanți ca Rutherford încă de tineri.

În prezent lumea citește relativ rar, în original, lucrările marilor clasici ai științei. Luăm cunoștință de realizările lor de obicei din manuale, din monografii, din enciclopedii. Desigur, din punctul de vedere al instruirii noastre acest fapt este pe deplin suficient. Dar pentru un savant care urmează să devină îndrumător al tineretului, organizator al muncii științifice a unui colectiv, principalul factor care poate să asigure succesul activității sale îl reprezintă, după cum am mai spus, alegerea cadrelor de cercetători pe criteriul

aptitudinilor lor creatoare. Iar una din căile cele mai eficiente pentru a te deprinde să apreciezi capacităţile creatoare ale tineretului este studierea lucrărilor originale ale marilor învăţaţi. Un asemenea studiu nu poate fi neglijat. Eu personal am avut mult de învăţat din cunoaşterea lucrărilor unor savanţi ca Maxwell, Rayleigh, Curie, Lebedev, ca să nu mai vorbim despre desfătarea estetică pe care am încercat-o. Manifestările talentului creator al omului sînt întotdeauna frumoase şi nu poţi să nu te delectezi cu acest spectacol !

Însăşi experienţa mea de viaţă mi-a arătat că principala însuşire a unui conducător de institut de cercetări este tocmai aprecierea calităţilor creatoare ale tinerilor oameni de ştiinţă. Fără o asemenea capacitate, un savant nu va putea să închege un colectiv ştiinţific puternic, să creeze o şcoală.

Fără îndoială, Rutherford a fost unul dintre cei mai capabili organizatori în materie de ştiinţă, principalul său talent constînd în priceperea de a selecta tinerii oameni de ştiinţă pe baza capacităţilor lor de creaţie. Rutherford avea şi priceperea de a sesiza înclinaţiile, genul aptitudinilor tinerilor respectivi, ceea ce era de extremă importanţă pentru dezvoltarea cu succes a talentului lor.

Acum, dacă ar fi să dăm un răspuns la chestiunea ridicată la început, cu privire la rolul personalităţii în dezvoltarea ştiinţei şi pentru a face o sinteză a celor spuse, am putea conchide că, chiar dacă drumul ştiinţei este predeterminat, înaintarea pe acest drum se face numai cu ajutorul lucrărilor unui număr foarte mic de oameni, dotaţi în mod cu totul excepţional. Calitatea selecţiei oamenilor de ştiinţă cu putere de creaţie constituie tocmai factorul de bază care asigură un nivel înalt dezvoltării ştiinţei. Pentru progresul ştiinţei este deosebit de importantă crearea condiţiilor corespunzătoare de dezvoltare a aptitudinilor native ale cercetătorilor, iar în acest scop munca de cercetare trebuie să devină atrăgă-

toare. Asemenea condiții se creează prin intermediul structurilor sociale, care, apreciind cum se cuvine realizările științifice, vor da oamenilor de știință sentimentul că activitatea lor este necesară și folositoare omenirii. În știință, recunoașterea valorilor trebuie să se realizeze la scară internațională, deoarece cuceririle științei aparțin întregii omeniri.

Oameni ca Ernest Rutherford nu constituie o mîndrie doar pentru țara în care s-au născut și au muncit, ei devin un punct de glorie pentru întreaga omenire.

V

LOMONOSOV ŞI ŞTIINŢA MONDIALĂ

Cuvintare ţinută la sesiunea Secţiei de Ştiinţe fizico-matematice a Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., consacrată comemorării a 250 de ani de la naşterea lui M. V. Lomonosov

1961

Este plăcut să vorbeşti despre Lomonosov, să-ţi aminteşti de unul dintre cele mai originale genii din istoria culturii universale. La noi însă, e dificil să mai vorbeşti despre Lomonosov, deoarece încă de pe băncile şcolii ne-am familiarizat cu toţii cu personalitatea şi activitatea sa. E greu să mai spui ceva nou în ceea ce-l priveşte, dat fiind că timp de două sute de ani viaţa şi activitatea lui Lomonosov au fost studiate şi discutate în amănunţime. Au scris şi au vorbit despre Lomonosov cei mai mari scriitori ai noştri, publicişti, oameni de ştiinţă şi oameni de stat precum Radişcev, Puşkin, Belinski, Dobroliubov, Cernîşevski, Herzen, Pisarev, Aksakov, Menşutkin, Valden, Vavilov, Fersman, Komarov şi mulţi, mulţi alţii. Deşi unele laturi ale activităţii lui Lomonosov au fost criticate, toţi, fără excepţie, au vorbit despre el cu deosebită pietate, recunoscînd influenţa sa colosală asupra dezvoltării culturii noastre naţionale — asupra limbii, literaturii, învăţămîntului, tehnicii şi ştiinţei. Importanţa caracterului progresist al activităţii sale a fost recunoscută atît înainte de Revoluţie, cît şi astăzi. Dintotdeauna, începînd chiar din secolul trecut, datele jubiliare ale naşterii şi morţii sale sînt comemorate în mod solemn. Astăzi, aceste

solemnităţi capătă o amploare tot mai mare, devin o sărbătoare a întregului popor!

Primul monument i-a fost înălţat în Arhanghelsk, oraşul său natal, fiind rodul creaţiei marelui nostru sculptor Martos. Strîngerea fondurilor a început în anul 1825, iar după patru ani monumentul era deja inaugurat.

În 1865 — 100 de ani de la moartea lui Lomonosov — Academia de Ştiinţe a instituit premiul anual „Lomonosov", în valoare de 1 000 de ruble. Acest premiu se acorda alternativ pentru ştiinţele umaniste şi pentru ştiinţele naturale. Astăzi, Academia de Ştiinţe a instituit de asemenea premiul şi medalia Lomonosov.

Una din marile nerealizări ale acestor 200 de ani o reprezintă needitarea operelor complete ale lui Lomonosov, obiectiv atins abia în ultimii ani.

Puţini dintre savanţii şi oamenii noştri de stat se pot mîndri cu un material biografic şi istoriografic atît de bogat ca Lomonosov; examinînd acest material, nu putem decît regreta că n-a ajuns şi pînă la noi un portret bun al lui Lomonosov. Portretele şi gravurile reproduse în mod obişnuit au fost executate după moartea sa şi reprezintă copii ale unuia şi aceluiaşi original, creaţie a unui pictor anonim şi prea puţin talentat. Numai bustul sculptat de Şubin, care l-a cunoscut personal, ne oferă o imagine vie şi inspirată a lui Lomonosov.

Studiind materialele despre Lomonosov, cea mai mare nemulţumire ne-o provoacă faptul că nici unul dintre marii noştrii scriitori nu ne-a lăsat portretul său spiritual. Există în lume, desigur, mulţi oameni de ştiinţă de elită, a căror sferă de interes este, de obicei, limitată de pereţii laboratorului lor. Imaginea lor ca oameni este, de obicei, prea puţin interesantă.. Atunci însă cînd activitatea unui mare savant şi om de o deosebită originalitate, cum a fost Lomonosov, acoperă dezvoltarea culturii unei ţări întregi, acest lucru petrecîndu-se într-unul din cele mai interesante momente ale istoriei sale, portretul lui

spiritual prezintă un mare interes pentru întreaga omenire. Cu cît personalitatea omului este mai puternică, cu atît ea este mai complexă și, prin aceasta, cu atît mai numeroase sînt contradicțiile de care se lovește în viață. Dimensiunea acestor contradicții reprezintă o măsură a personalității omului. Atît contradicțiile proprii naturii intime a lui Lomonosov, cît și conflictele în care a fost angajat în cursul vieții sale au fost excepțional de puternice.

E greu de găsit o contradicție mai profundă decît însăși soarta „mujicului din Arhanghelsk", care a trăit și creat printre marii funcționari și boieri de la Curte. Lomonosov, militant social progresist, înțelesese imperativul instrucțiunii publice și științei, necesitatea de a lupta împotriva superstiției și a prejudecăților ; dar, pentru împlinirea idealurilor sale, el avea nevoie să se sprijine pe ajutorul celor puternici de la Curte. În pofida originii sale țărănești, străin de obiceiurile Curții, el a înțeles totuși perfect necesitatea de a linguși și a aduce osanale celor puternici și, în maniera lui, s-a achitat și el de această obligație. Datorită strălucitelor sale calități, el a dobîndit prietenia și protecția celor mai influente personaje ale timpului — Șuvalov, Voronțov și Orlov. Cînd Petru „a tăiat fereastră" spre Europa, vîntul ne-a adus din Apus nu numai cultură și știință. Alături de adevărați savanți ca Euler și Bernoulli, care au introdus la noi știința apuseană înaintată, vîntul a purtat și un mare număr de oameni de știință mediocri și chiar aventurieri, interesați numai de cîștig și de obținerea unei situații privilegiate în Rusia, care le oferea posibilitatea unei îmbogățiri rapide. Desigur, aceștia au frînat creșterea influenței rusești în Academia noastră de Științe. Este bine cunoscut faptul că Lomonosov, sprijinindu-se pe autoritatea savanților autentici, a luptat totodată împotriva preponderenței străinilor în Academie. Mintea sa pătrunzătoare aprecia cu discernămînt complexitatea condițiilor în care trebuia să-și desfășoare activitatea. Această complexitate îi impunea mult tact și reținere, dar venea în

contradicție cu temperamentul său nestăpînit și firea sa pătimașă. De aici izbucneau acele conflicte violente, bine cunoscute din biografia sa. Bilanțul final al acestei complexe bătălii arată pînă la urmă victoria geniului lui Lomonosov, dar imaginea acestei perpetue încleștări nu a fost niciodată bine ilustrată.

Lomonosov a înțeles importanța dezvoltării științei și necesitatea ridicării nivelului învățămîntului superior în Rusia; el a muncit intens pentru înființarea unei universități la Moscova, a căutat să atragă tineretul la munca științifică, dar el personal nu a putut să consacre activității științifice atîta timp cît ar fi dorit. Probabil că natura sa intimă nu era a unui pedagog. Individualismul lui excesiv nu-i permitea să fie un profesor sobru, temperat. Astfel, deși a pus atîta pasiune în slujba răspîndirii științei în Rusia, el nu a lăsat în urma sa discipoli. Menșutkin, cel mai bun cunoscător al activității științifice a lui Lomonosov, afirmă că „el nu a creat nici un fel de școală, singurul dintre elevii săi care după moartea sa a pășit pe calea științei fiind S. Rumovski", ajuns pînă la urmă profesor de astronomie la Academia de Științe. Enumerarea contradicțiilor din viața lui Lomonosov ar putea continua, însă zugrăvirea integrală a portretului spiritual al lui Lomonosov în care să se lase locul cuvenit acestor contradicții este o problemă ce așteaptă încă pana unui scriitor.

Aș dori să mă opresc acum asupra unuia dintre aspectele contradictorii ale vieții lui Lomonosov, care, deși bine cunoscut, nu a primit niciodată explicația necesară. Eu cred că problema este încă actuală și pentru noi.

Nu o dată Lomonosov a afirmat că activitatea sa de poet și scriitor, reformator al limbii ruse, istoric, militant pe tărîm social, geolog, administrator, îl satisface prea puțin, iar adevărata vocație și-o găsește doar în munca științifică, în fizică și chimie. S-ar părea deci că cercetarea științifică în domeniile fizicii și chimiei ar fi trebuit să constituie activitatea sa de bază, deoarece

încă de la începutul numirii sale la Academia de Ştiinţe (1741) el a funcţionat ca adjunct al profesorului de fizică, iar după patru ani a fost numit profesor de chimie. E firesc să presupunem că, în aceste condiţii, geniul său ar fi trebuit să lase o urmă adîncă, atît în istoria ştiinţei ruse, cît şi în ştiinţa mondială. Şi totuşi, ştim cu toţii că aceasta nu s-a întîmplat, spre nedumerirea multor cercetători ai istoriei ştiinţei. Academicianul P. I. Valden, în cuvîntarea ţinută la Academia de Ştiinţe, la jubileul lui Lomonosov din 1911, se opreşte în mod amănunţit la această chestiune. El relevă „tragismul soartei lucrărilor ştiinţifice ale lui Lomonosov, care nu au lăsat urme vizibile în chimie şi fizică". Valden dă o serie de date care dovedesc că istoricii străini nu aveau cunoştinţă de activitatea ştiinţifică a lui Lomonosov. În istoria detaliată a fizicii, a lui Heller (1889), sau a lui Rosenberger (1882—1890) nici nu este menţionat numele lui Lomonosov. Istoricul francez al chimiei F. Hoefer (1860), scrie despre el doar cîteva rînduri, nu lipsite de curiozitate. Le citez textual : „Parmi les chimistes russes qui se sont fait connaître, nous citerons Michel Lomonosov, qu'il ne faut pas confondre avec le poète de ce nom" [1].

Dacă în Apus nu se ştia mai nimic despre lucrările ştiinţifice ale lui Lomonosov ca fizician şi chimist, putem spune că şi la noi acestea au rămas necunoscute, sau uitate, pînă decurînd. În toate materialele amănunţite privind cercetările asupra lui Lomonosov de pînă la începutul secolului nostru există numai două articole jubiliare referitoare la activitatea sa ca fizician, amîndouă tipărite în 1865 : unul aparţinînd lui N. A. Liubimov, şi care este o prezentare lipsită de har a cîtorva dintre lucrările sale, şi un al doilea, alcătuit din numai cinci pagini scrise de N. P. Beketov. Nu se menţionează nimic despre

[1] „Printre chimiştii ruşi care s-au făcut cunoscuţi ca chimişti, îl citäm pe Mihail Lomonosov, care nu trebuie confundat cu poetul cu acelaşi nume".

realizările sale ca fizician și chimist nici în cele două mari enciclopedii ruse, a lui Brockhaus și cea a lui Granat, după cum nici în enciclopedia britanică și în Larousse-ul francez. Nici măcar în cursul de fizică al lui O. D. Hvolson, manual de bază pentru noi, și care citează cu meticulozitate literatura de specialitate dinaintea lucrărilor lui Menșutkin, nu există vreo referire la Lomonosov.

Pe de altă parte A. S. Pușkin, analizînd activitatea lui Lomonosov în notele sale din 1834 intitulate „Călătorie de la Moscova la Petersburg", spune: „Lomonosov însuși nu-și prețuia poezia și se ocupa de experiențele sale de fizică mai mult decît de aprovizionarea Curții cu ode ocazionate de zilele onomastice ale familiei domnitoare". Pușkin vorbește despre Lomonosov ca despre o mare personalitate științifică; au intrat în istorie celebrele sale cuvinte: „Mai bine zis, el a fost prima noastră universitate". Pușkin întrevăzuse la Lomonosov geniul savantului. Pentru noi, mărturia sa este extrem de prețioasă, Pușkin fiind unul dintre oamenii cei mai instruiți și care au pătruns cel mai adînc în realitatea rusă. Să nu uităm că lui Pușkin i-a mai fost dat să întîlnească persoane care l-au văzut și l-au auzit pe Lomonosov în timpul vieții. Prin urmare, chiar și contemporanii lui Lomonosov îl apreciau ca pe un mare om de știință. Ciudat este însă faptul că nici unul din ei nu a putut preciza ce anume contribuție a adus Lomonosov la știință, nici din ce motive trebuia el considerat un mare savant.

Această stare de lucruri s-a perpetuat pînă la începutul secolului nostru, cînd profesorul de chimie și fizică Boris Nikolaevici Menșutkin a început să studieze sistematic — de pe poziția unui om de știință — opera științifică a lui Lomonosov în domeniul chimiei și al fizicii. El a tradus din latină și germană operele lui Lomonosov, studiind critic nu numai lucrările de bază, ci și corespondența și însemnările sale personale. Menșutkin a început să publice acest material în

1904, publicarea fiind ulterior continuată de către S. I. Vavilov, T. P. Kravet și o serie de alți oameni de știință.

Așadar, noi am luat cunoștință de metoda de lucru și de ideile lui Lomonosov cu o întîrziere de 200 de ani. Astăzi, cunoscînd direcția dezvoltării științei de după Lomonosov, putem aprecia cu obiectivitate contribuția sa științifică în domeniul chimiei și fizicii. Astfel, abia în zilele noastre a devenit evident că activitatea științifică a lui Lomonosov a fost una dintre cele mai avansate pentru timpul său și, fără îndoială, ar fi trebuit să lase o urmă adîncă în dezvoltarea științei mondiale.

Intuind — cu mai bine de 100 de ani în urmă — în Lomonosov un mare savant, Pușkin făcuse o apreciere corectă. Iată de ce toate acestea provoacă o mare nedumerire : cum a fost posibil ca întreaga activitate științifică a lui Lomonosov să treacă neobservată, atît la noi, cît și în străinătate ? E un lucru despre care trebuie să vorbim cu regret, deoarece atît știința mondială cît și știința noastră au suferit din acest motiv o pierdere considerabilă. Desigur, o asemenea izolare față de știința mondială nu este întîmplătoare, ea trebuie să fi avut cauzele ei istorice. Eu cred că au fost destule cazuri cînd descoperirile și realizările savanților ruși nu au influențat corespunzător dezvoltarea științei mondiale. Contrastul dintre marile realizări științifice ale lui Lomonosov și lipsa influenței lor asupra dezvoltării științei mondiale prezintă interes și în zilele noastre și de aceea mă voi opri mai în detaliu asupra acestei probleme.

Pentru a putea analiza activitatea lui Lomonosov din perspectiva științei contemporane lui, este necesar ca, cel puțin în linii mari, să conturăm tabloul dezvoltării științelor naturale în prima jumătate a secolului al XVIII-lea. Reamintesc că în istoria culturii umane începutul dezvoltării intensive a științelor naturale poate fi situat abia în secolul al XVI-lea. Omenirea mai dăduse pînă atunci cîțiva mari savanți ca Pi-

tagora, Arhimede, Avicenna, dar aceştia erau genii creatoare solitare. Pe vremea aceea, ştiinţa avea o dezvoltare lentă. Abia din secolul al XVI-lea începe ea să se dezvolte într-un ritm mai rapid, datorită faptului că munca ştiinţifică devine o activitate colectivă, desfăşurată la scară mondială. Sînt bine cunoscute primele mari succese ale acestei activităţi ştiinţifice colective; dezvoltarea rapidă a astronomiei şi mecanicii, la care au contribuit polonezul Copernic, danezul Tyho Brahe, germanul Kepler, italianul Galilei, englezul Newton, francezul Descartes, olandezul Huygens şi mulţi, mulţi alţi savanţi mai puţin cunoscuţi.

Munca colectivă a oamenilor de ştiinţă din toate ţările constituie şi astăzi un factor fundamental în dezvoltarea rapidă a ştiinţei. Ea a devenit posibilă nu numai datorită creşterii bunăstării oamenilor şi dezvoltării mijloacelor de comunicare dintre state, ci mai ales inventării tiparului în secolul al XV-lea. Toţi oamenii de ştiinţă înţeleg bine că fără litera tipărită nu ar fi fost posibile nici răspîndirea, nici păstrarea experienţei acumulate în ştiinţă; or fără aceasta, ştiinţa nu s-ar fi putut dezvolta pe deplin. Tot în acea perioadă s-a produs separarea ştiinţei de biserică, lucru care era necesar pentru ca ştiinţa să se dezvolte pe o bază materialistă, sănătoasă.

Din acel moment, oamenii de stat luminaţi încep să înţeleagă importanţa dezvoltării ştiinţelor naturii pentru progresul culturii omeneşti. Însemnătatea extraordinară a cercetării experimentale a naturii, ca şi a metodei inductive de generalizare a observaţiilor prin care se ajunge la cunoaşterea legilor naturii fusese deja fundamentată încă la începutul secolului al XVII-lea de Francis Bacon. În 1621, Bacon, mare om de stat, ajuns lord-cancelar, este condamnat pentru luare de mită. Îşi trăieşte sfîrşitul vieţii într-un semiexil, scriind operele filozofice care l-au făcut nepieritor. Dezonorat în timpul vieţii, el devine celebru după moarte. Este interesant că în scrierile sale, într-o povestire neterminată, intitulată

„Noua Atlantidă", Bacon reia, într-o formă utopică, istoria Atlantidei menționată de Platon. Insula aceasta este condusă de savanți. În descrierea insulei apar atît instituții științifice, cît și alte forme organizatorice ale vieții științifice, asemănătoare întrucîtva cu organizarea de stat a științei de la noi.

Însemnătatea științei ca puternică forță motrice de îndrumare sănătoasă a progresului unei țări este formulată de Bacon într-o parabolă în care știința este contrapusă empirismului: „Schilodul care șchioapătă pe un drum bun poate întrece trăpașul care aleargă pe un drum greșit. Mai mult, cu cît trăpașul care a greșit drumul aleargă mai repede, cu atît schilodul îl lasă mai în urmă". Bacon este cel care a numit fizica „mama tuturor științelor", ce indică, înaintea altora, calea de dezvoltare a culturii omenirii. Am relatat atît de amănunțit toate acestea deoarece Bacon, în acea vreme, era foarte citit, iar a sa „Nouă Atlantidă" a cunoscut numeroase reeditări. Ideile sale au pătruns pînă la pătura conducătoare a țărilor înaintate și de atunci dezvoltarea științei a început să fie considerată o preocupare de stat. În acele timpuri, activitatea științifică a cunoscut o largă răspîndire și a apărut necesitatea corelării eforturilor savanților; iată de ce în secolul al XVII-lea în multe țări fuseseră deja create academii de știință sau societăți științifice similare. Au început să fie tipărite reviste științifice periodice, ca și lucrări de-sine-stătătoare.

În timpul vizitei sale în Europa, Petru I a înțeles foarte repede importanța științei în dezvoltarea unei țări și, desigur, ar fi fost imposibil să nu-și dea seama că Rusia, pentru a urca pe scara culturii și civilizației, avea nevoie de știință. Tot cu această ocazie au avut loc cunoscutele discuții pe această temă dintre Petru și Leibniz și a luat naștere ideea înființării unei academii de științe în Rusia. Academia avea să fie creată însă abia în 1725, după moartea lui Petru, în timpul Ecaterinei I. Este îndeobște cunoscut faptul că Academia a fost alcătuită din

oameni de știință străini, în ideea ca aceștia să-i formeze pe savanții ruși. Știm că Lomonosov a avut norocul de a sosi la timp la Petersburg, pentru a deveni unul din primii savanți ruși ai Academiei de Științe și, desigur, și mai mult noroc a avut Academia, ca primul ei membru rus să fie Lomonosov. El și-a făcut studiile superioare în Germania, unde timp de cinci ani a fost studentul lui Christian Wolf. Lomonosov s-a întors la Petersburg în 1741, unde i-a fost dat să-și înceapă activitatea științifică în condiții cu totul nefavorabile.

La acea dată Academia de Științe număra 20 de ani de existență. La cîrma statului se afla împărăteasa Anna, dar de fapt Biron conducea treburile statului, iar ideea lui Petru privind dezvoltarea științei ruse începea să piardă teren. La fondarea Academiei de Științe, printre invitații din străinătate se aflau numai doi savanți cu adevărat mari, care amîndoi au devenit mai apoi celebri. Aceștia erau Leonard Euler și Daniel Bernoulli. Dar interesul care li s-a acordat a scăzut din ce în ce, așa că, în 1741, cînd Lomonosov s-a întors din Germania la Petersburg, amîndoi — mai întîi Bernoulli, apoi Euler — părăsiseră deja Academia. Este interesant că Euler a părăsit Petersburgul cu trei zile înainte de întoarcerea lui Lomonosov din Germania și a revenit aici în timpul Ecaterinei a II-a, cînd începuse să se manifeste din nou interesul față de savanți. Aceasta s-a petrecut la un an după moartea lui Lomonosov. Astfel, deși Lomonosov a corespondat intens cu Euler, cei doi nu s-au întîlnit niciodată, dacă nu luăm în considerare posibilitatea ca Lomonosov să fi frecventat, înaintea plecării din Germania, cursurile lui Euler.

În acest fel, în domeniul cercetărilor de fizică și chimie, Lomonosov era aproape singur în Academia de Științe. El se informa asupra dezvoltării științei numai din literatură, care pe atunci era foarte redusă. Lomonosov nu a avut contacte personale cu mari savanți, fiindcă, devenind om de știință, el nu a mai călătorit în străinătate, iar

oamenii de știință străini nu veneau la Petersburg, întrucît Academia de Științe din acea vreme nu prezenta nici un interes pentru ei.

În ciuda izolării sale în raport cu știința mondială, Lomonosov a știut să se concentreze prin lucrările sale asupra celor mai importante probleme ale timpului în domeniul chimiei și fizicii. Ca savant, el întrunea calitățile unui gînditor, dublat de un experimentator. Sînt interesante părerile sale în privința legăturii teorie-experiment, fiind actuale și astăzi. „Unii teoreticieni, fără nici un experiment prealabil, abuzează de timpul lor pentru născocirea teoriilor goale, mincinoase și aglomerează cu ele literatura...". În fruntea tuturor mijloacelor de studiere a naturii, Lomonosov punea experimentul și aceasta a fost trăsătura sa distinctivă ca savant. De aceea a și depus mari eforturi pentru crearea unui laborator, unde a lucrat neobosit. Însă societatea contemporană lui îl prețuia prea puțin ca savant, ci mai mult ca poet. Pentru una din odele sale de preamărire, Lomonosov a primit de la țarină 2 000 de ruble, ceea ce era mai mult decît salariul său pe trei ani la Academia de Științe (660 ruble pe an). Lomonosov era, de asemenea, apreciat ca istoric și creator al limbii ruse literare, pentru gramatica și pentru traducerile sale, fiind considerat ca o mare personalitate de stat care se îngrijește de dezvoltarea învățămîntului și tehnicii în Rusia.

Însemnătatea ocupațiilor sale științifice în laborator nu a fost înțeleasă de funcționari și de curteni. Pentru a-și justifica preocupările sale din laborator, Lomonosov scria în 1753 contelui Șuvalov: „Cred că mi se va permite ca, în loc de biliard, să folosesc cîteva ore pe zi pentru experiențe de fizică și chimie...". Astfel, Lomonosov era nevoit să caute scuze pentru activitatea sa științifică și pentru că consuma din timpul său destinat distracțiilor. Desigur, servindu-se de fonduri de stat pentru laborator, el avea ca justificare și rezultate practice, ca, de exemplu, obținerea sticlei mozaicate și rezolvarea a diferite probleme tehnice.

E de mirare cît de multe a realizat Lomonosov în ceea ce privește fundamentele științelor experimentale, în ciuda acestor condiții nefavorabile. În primul rînd, cercetările sale au acoperit o arie foarte vastă în cele mai diferite domenii ale fizicii. El a studiat cele trei stări de agregare ale materiei : lichidă, solidă și gazoasă. S-a aplecat cu atenție asupra termometriei, calibrîndu-și cu precizie termometrele cu mercur. Servindu-se de ele, el a reușit să determine, de exemplu, coeficientul de dilatare a gazelor la încălzire, cu o precizie uimitoare pentru timpul său. Comparînd datele sale cu cele moderne, putem vedea că erorile lui sînt mai mici de 3%, ceea ce este de zece ori mai exact decît valoarea adoptată pe vremea aceea. Aceasta dovedește excepționalele calități ale tehnicii de experimentator a lui Lomonosov. Enumerarea altor realizări ale sale în fizica și chimia experimentală, obținute la același înalt nivel tehnic, ar cere prea mult timp și nu ține de obiectul acestei prelegeri. Cei interesați de această problemă pot apela la frumoasa monografie scrisă de B. N. Menșutkin despre lucrările lui Lomonosov în fizică și chimie, editată în 1947.

Fără îndoială, aceste lucrări ar fi trebuit să-l așeze pe aceeași treaptă cu cei mai mari experimentatori ai timpului său. Este interesant că experiențele lui Lomonosov în domeniul electricității, în care el dezvolta cercetările lui Franklin, sînt cunoscute nu atît datorită rezultatelor lor științifice, cît prin faptul că au dus la moartea lui Richman, ucis de un trăsnet. Aceste cercetări l-au condus pe Lomonosov la emiterea unei ipoteze interesante privind natura încărcării electrice a norilor.

Printre cercetările sale se numără și o serie de lucrări în domeniul opticii, destinate construirii unor aparate optice mai perfecționate, cum a fost telescopul cu reflexie, cu ajutorul căruia, în 1761, Lomonosov a putut urmări un fenomen rar — trecerea lui Venus prin fața discului solar. Observarea acestui fenomen reprezintă, de ase-

menea, o contribuție de seamă la știință. Cu această ocazie, el a observat deformarea și difuzia periferiei discului lui Venus. Datorită acestei observații el a fost primul savant care a presupus că Venus are atmosferă. Este interesant de remarcat că în actualele manuale astronomice stă scris că această demonstrație a avut loc abia în 1882, adică cu 121 de ani mai tîrziu, cînd Venus a trecut din nou prin fața discului solar.

Cel mai mare succes al lui Lomonosov a fost demonstrarea experimentală a legii conservării materiei. Descoperirea acestei legi a fost astăzi bine analizată, iar prioritatea lui Lomonosov în acest domeniu e pe deplin stabilită. În 1756 el a făcut o experiență clasică, dovedind că într-un vas închis ermetic și încălzit, se produce oxidarea plăcilor de plumb, fără ca greutatea totală a vasului să se schimbe. Experimentul său este asemănător cu celebrul experiment al lui Lavoisier, însă acesta din urmă a avut loc cu 17 ani mai tîrziu. Nu voi repeta în amănunțime această istorie, marea majoritate dintre noi o cunoaștem. E neîndoios faptul că descoperirea uneia dintre cele mai importante legi ale naturii ar trebui să graveze numele lui Lomonosov în istoria științei, alături de al celor mai mari oameni de știință ai lumii.

Însă, toate aceste lucrări ale lui Lomonosov nu numai că nu au fost larg cunoscute în străinătate, ci, pînă la cercetările lui Menșutkin, amintite mai sus, cea mai mare parte dintre ele nu au fost cunoscute nici la noi. Este evident că în aceste condiții lucrările lui Lomonosov în fizică și chimie nu au putut avea cuvenita influență asupra dezvoltării, atît a științei mondiale, cît și a științei ruse.

Cum se explică aceasta ?

Faptul că lucrările sale erau prea puțin cunoscute în străinătate s-ar părea că se datorește, în primul rînd, dezinteresului său față de obținerea priorității și publicării în mică măsură a cercetărilor sale. În acele timpuri, recunoașterii priorității în munca științifică i se dădea aceeași

importanță ca și astăzi. E suficient să amintim disputa în privința priorității elaborării calculului diferențial dintre Newton și Leibniz, care a atins amploarea unui important incident diplomatic, după care cariera lui Leibniz a avut mult de suferit. Materialele ajunse pînă la noi arată că și Lomonosov acorda importanță priorității, motiv pentru care el își publica lucrările fie în latină, fie în germană, limbi pe care le stăpînea la perfecție. Ca dovadă că Lomonosov se îngrijea ca lucrările sale științifice să fie cunoscute în străinătate este următorul fapt: în 1753, cînd Richman a fost ucis de trăsnet și Adunarea generală a Academiei a fost amînată, Lomonosov a cerut să i se dea posibilitatea de a-și face comunicarea despre electricitate „înainte ca aceasta să-și piardă noutatea". De aceea, președintele Academiei, contele Razumovski, a dispus ținerea ședinței în ziua sărbătoririi încoronării, pentru „ca noile opere ale domnului Lomonosov să nu întîrzie a fi aduse la cunoștința savanților din Europa și astfel să se piardă munca lui în experiențele electrice pînă la acea vreme". Comunicarea lui Lomonosov a fost apoi trimisă multor oameni de știință din străinătate. Este, de asemenea, cunoscut că Lomonosov scria despre lucrările sale lui Euler precum și altor savanți. Trebuie amintit că corespondența între oamenii de știință era considerată în vremea aceea ca una dintre cele mai eficace metode de informare științifică și toți o foloseau intens. Astfel, nu avem nici un motiv să considerăm că atît străinătatea, cît și oamenii de știință de la noi nu au avut cunoștință de lucrările lui Lomonosov. Ele au fost cu siguranță cunoscute, fără a li se acorda însă atenția cuvenită.

Unii dintre biografii lui Lomonosov au presupus că lipsa de atenție față de lucrările sale se datora faptului că ideile sale erau mult prea înaintate. În ceea ce mă privește, consider nefondată această supoziție. E adevărat că mintea pătrunzătoare și curajoasă a lui Lomonosov a îmbrățișat aproape toate domeniile științelor na-

turii cuprinse în „filozofia naturală" a vremii. Lomonosov este greu de întrecut în ceea ce privește vastitatea preocupărilor sale de vreun alt savant din acea epocă, cu interese și cunoștințe tot atît de multilaterale. Concepțiile teoretice ale lui Lomonosov în domeniile naturii în care el experimenta nemijlocit — căldură, stările substanței, chimie — ne uimesc prin faptul că coincid în cele mai mici detalii cu direcțiile dezvoltării lor de după Lomonosov și pînă în prezent.

Absolut uimitor pentru cititorul modern este faptul că, pentru Lomonosov, natura cinetică a căldurii era perfect clară. El a intuit legătura dintre încălzirea unui corp și mișcarea de avans și de rotație a atomilor și moleculelor cărora, evident, le dădea altă denumire. Pe vremea aceea, în fizică domnea falsa ipoteză a existenței „flogistic"-ului. Deși aceste păreri ale lui Lomonosov erau într-adevăr foarte înaintate, el nu era singurul lor adept ; Bernoulli, de exemplu, le împărtășea în egală măsură. Lomonosov își dezvolta concepțiile excepțional de logic și de consecvent. El s-a apropiat, de exemplu, de noțiunea de zero absolut. În „Cugetări asupra cauzelor căldurii și frigului", în paragraful 26, el vorbește „despre nivelul superior posibil al frigului, provocat de repausul absolut al particulelor, de încetarea oricărei mișcări a lor".

Drept ilustrare a convingerii lui Lomonosov despre justețea reprezentării sale asupra naturii fizice a căldurii poate servi următorul fapt semnificativ. În 1761, el scria o însemnare „Despre înmulțirea și menținerea poporului rus". În această însemnare el lua în considerare diversele cauze ce mențineau o înaltă mortalitate în Rusia și propunea o serie de măsuri împotriva acestora. Așa, de exemplu, în paragraful 7, el scria că la botezul copiilor trebuie folosită apa caldă : „Popii oficiază potrivit ceaslovului bisericesc, care cere ca apa să fie naturală, fără vreun amestec, iar ei consideră căldura ca un amestec și nu văd că vara ei înșiși botează cu apă caldă, deci impură după capetele lor, păcătuind la rîndul lor ; fiind

nepricepuți, nu știu că în cea mai rece apă este încă multă căldură. Dar acestor popi ageamii nu are nici un rost să li se explice fizica. Este interesant că această însemnare nu a fost niciodată publicată în timpul țarismului, deoarece ideile enunțate în ea erau prea revoluționare.

Ideile lui Lomonosov în domeniul chimiei erau de asemenea absolut corecte și foarte avansate. El pornea întotdeauna de la reprezentarea atomică și s-a apropiat mult de ideea structurii moleculare a combinațiilor chimice. În cercetările științifice de chimie, el considera necesară aplicarea metodei cantitative. Lomonosov a elaborat metode precise de cîntărire. Folosirea unor reactivi cît mai puri era socotită un element important. Abordarea cantitativă a studierii reacțiilor chimice l-a condus și la necesitatea demonstrării experimentale a legii conservării materiei. Toate acestea constituie o argumentație solidă ca Lomonosov să fie considerat întemeietorul cercetărilor prin metodele fizicii, în chimie, în accepțiunea lor din secolul al XVIII-lea.

Activitatea lui Lomonosov în domeniul electricității a fost mai redusă. Îi erau cunoscute experiențele lui Franklin, contemporanul său, pe care le-a repetat, însă interesul său principal se concentra asupra electricității atmosferice. El atribuia originea electricității atmosferice curenților de aer urcători și coborîtori, care însoțesc întotdeauna norii de furtună. Această idee este și astăzi considerată corectă, însă întregul mecanism al apariției sarcinii electrice a norului este atît de dificil de studiat, încît nici astăzi nu a fost precizat pe de-a-ntregul.

În domeniul opticii ondulatorii, Lomonosov susținea corect, alături de Euler, teoria ondulatorie a luminii, propusă de Huygens, în calea recunoașterii căreia stătea autoritatea lui Newton, care apăra cu încăpățînare teoria sa greșită privind natura corpusculară a luminii. Ulterior însă, în dezvoltarea teoriei luminii, Lomonosov a luat-o pe o cale greșită ca și Euler dealtfel.

Un mare interes prezintă cea mai gravă eroare a lui Lomonosov într-una dintre problemele fundamentale ale fizicii.

După cum se ştie, Galilei a descoperit una dintre cele mai uimitoare legi ale naturii. El a stabilit că masa unui corp, independent de natura lui, este proporţională cu forţa de atracţie sau, într-un punct dat al spaţiului, pur şi simplu cu greutatea sa. Newton a dovedit că această lege se îndeplineşte cu o mare precizie. Experimentul lui Newton este foarte simplu, precis şi convingător. În camera sa de la colegiu el a suspendat în tocul uşii două pendule de aceeaşi lungime, însă executate din materiale diferite. Aceste pendule oscilau totdeauna absolut sincron, independent de materialul folosit. Aşa ceva putea avea loc numai atunci cînd masa corpului este strict proporţională cu greutatea sa.

Lomonosov considera greşită această părere. El a început să se ocupe de această temă în 1748, continuînd pînă în 1757. Toate aceste discuţii au avut loc mult mai tîrziu decît experienţele cu pendule ale lui Newton, şi în toată această vreme Lomonosov a luptat cu o stranie îndîrjire împotriva acestei legi. Astfel, în 1755, Lomonosov propunea Academiei de Ştiinţe să fondeze un premiu pentru verificarea experimentală a „ipotezei potrivit căreia materia corpurilor este proporţională cu greutatea lor". Formularea acestei probleme, care punea la îndoială ideile marelui Newton a întîmpinat rezistenţă în Academia de Ştiinţe şi Euler a fost invitat ca arbitru. Euler, care de obicei era de partea lui Lomonosov, nu l-a susţinut în cazul de faţă, declarîndu-se împotriva formulării unei asemenea probleme. Trebuie remarcat că singurul discipol al lui Lomonosov, S. I. Rumovski, nu împărtăşea nici el părerea lui Lomonosov, ceea ce a devenit evident din scrisorile sale către Euler (1757). Rumovski, devenit ulterior academician, studiase timp de doi ani matematica cu Euler, la Berlin, şi desigur cunoştea foarte bine mecanica lui Newton. Probabil că atunci Rumovski i-a demonstrat lui

Lomonosov eroarea sa, fiindcă după 1757 nu am mai găsit indicaţii ca Lomonosov să fi repus în discuţie această problemă.

Nimic nu este mai instructiv decît greşeala unui geniu. Părerea mea este că, în cazul dat, greşeala are o cauză mai profundă şi nu una întîmplătoare. Pentru a pătrunde mai bine această problemă, ar fi fost nevoie de mai mult timp decît de cel de care am dispus eu. Presupun că eroarea lui Lomonosov s-a datorat unei concepţii filozofice căreia în mod eronat el îi acorda o valoare universală. Această concepţie consta în credinţa sa că în natură mişcarea se conservă întotdeauna, că nu ia naştere şi nu se pierde niciodată, ci numai se transmite de la un corp la altul, şi aceasta numai printr-un contact nemijlocit. Ştim că această ipoteză este justă în cazul ciocnirii elastice a sferelor. Ştim bine, de asemenea, că, tratînd ciocnirea dintre atomi şi molecule ca ciocnire între sfere elastice, se poate construi un tablou complet şi exact al naturii cinetice a căldurii. Din acest motiv este de înţeles de ce Lomonosov, admiţînd pe de o parte structura atomică a substanţei, iar pe de altă parte, subordonînd interacţiunea atomilor legilor de ciocnire a corpurilor elastice, a putut să redea, primul, tabloul aproape complet al fenomenelor calorice pe baza concepţiei cinetice. După cum am afirmat mai sus, el nu numai că s-a apropiat mult de determinarea zeroului absolut, ci s-a apropiat tot atît de mult de formularea legii conservării energiei — desigur, nu în general, ci numai în legătură cu transformarea energiei cinetice în energie calorică.

Eroarea lui Lomonosov constă în faptul că a acordat concepţiei sale un caracter universal, considerînd că în natură există un singur mijloc de interacţiune între corpuri, iar acesta se produce prin contact. Lomonosov a negat posibilitatea acţiunii la distanţă prin atracţie gravitaţională sau prin interacţiune electrică. Dezvoltînd asemenea concepţii, el considera că dacă un corp sub influenţa gravităţii capătă viteză, mediul încon-

jurător trebuie să piardă viteză. Ideea unui mediu care ar poseda, astfel, însuşirea de a continua mişcarea, era ipotetică şi Lomonosov a postulat existenţa sa în natură. Pe o cale analogă, el a încercat să descrie şi interacţiunea electrică a corpurilor. Era deci de aşteptat ca, pe baza unor asemenea concepţii, Lomonosov să nu reuşească să formeze tabloul corect al fenomenelor legate de interacţiunea corpurilor la distanţă, însă aceasta l-a condus la negarea existenţei legăturii universale dintre greutatea şi masa corpurilor.

Este greu de înţeles cum a putut Lomonosov, dezvoltînd aceste concepţii, să nu ţină cont de experienţele cu pendulele lui Newton. S-ar putea ca el, fie să nu le fi cunoscut, fie să nu le fi înţeles ; n-am putut găsi la el nici o referire la aceste experienţe. Urmărind cursul de fizică al lui Wolf, pe care Lomonosov l-a studiat şi tradus în limba rusă, sare în ochi faptul că lucrărilor lui Newton legate de mecanică nu li se acordă importanţa necesară. Despre descrierea experienţelor cu pendulele, nici pomeneală. Este interesant că singura problemă de mecanică căreia Wolf îi acordă atenţie este tocmai ciocnirea sferelor. Am comparat scrierile lui Christian Wolf cu cele ale altor fizicieni ai timpului şi mi-am format asupra lui imaginea unui savant cu o gîndire fizică limitată. Este binecunoscut faptul că gloria sa se datoreşte lucrărilor lui pe teme filozofice abstracte. Se pare că Wolf nu i-a transmis lui Lomonosov elementele de gîndire matematică concretă, fără de care este dificil de înţeles mecanica lui Newton.

După cum am arătat, Lomonosov nu a avut posibilitatea să se întîlnească cu savanţi de talia lui Bernoulli şi Euler, care nu numai că stăpîneau perfect mecanica lui Newton, dar ei înşişi s-au făcut cunoscuţi prin faptul că au dezvoltat-o pentru mediul continuu. Se poate afirma fără nici un dubiu că, dacă un asemenea contact ar fi avut loc, Lomonosov n-ar fi făcut această eroare.

Cel mai trist lucru din destinul lui Lomonosov a fost faptul că el a dedicat lucrărilor sale ex-

perimentale doar o mică parte din energia și timpul său. Cu toate că poseda o mare erudiție și o fantezie extraordinară, el nu a avut posibilitatea să-și verifice experimental toate ipotezele emise. De aceea s-a și întîmplat ca, în acele domenii în care Lomonosov a lucrat experimental, reprezentările sale teoretice și filozofice să fie bine orientate. Acolo însă unde el a fost rupt de practică, străduindu-se să afle adevărul pe cale deductivă, el s-a abătut adesea de la drumul cel bun. Dacă ar fi avut condiții pentru a da o mai mare dezvoltare lucrărilor sale experimentale (de exemplu, dacă ar fi avut mai mulți elevi), atunci ar fi emis, desigur, mult mai puține idei eronate. Cu fantezia sa ieșită din comun, Lomonosov ar fi putut fi mentorul unei mari școli în știință. Însă în Rusia acelor vremuri nu existau condiții pentru crearea unei astfel de școli.

Astfel, explicația că Lomonosov, ca om de știință, nu a fost recunoscut datorită faptului că ar fi fost rupt de realitate, nu are fundament.

Este cazul să amintim aici, că în general, în istoria științei ruse s-a produs de multe ori o izolare a savanților ruși față de știința mondială. Părerea mea este că trebuie să găsim o cauză generală, mai profundă decît cele enumerate pînă acum. Înainte însă de a trece la expunerea ei, aș vrea să pomenesc pe scurt despre o altă descoperire rusă, necunoscută, care ne amintește mult de cazul lui Lomonosov.

La începutul secolului al XIX-lea, s-a făcut la noi o descoperire în fizică care nici ea nu a exercitat influența cuvenită asupra științei mondiale. Aceasta s-a petrecut în 1802, cînd V. V. Petrov a descoperit fenomenul descărcării electrice în arc într-un gaz, fenomen numit de el „arc voltaic". Astăzi cunoaștem cu toții bine rolul important atribuit ulterior, atît în știință, cît și în tehnică, descărcării în arc. În zilele noastre însă este dificil să înțelegem cu adevărat toate dificultățile întîmpinate în descoperirea acestui fenomen fundamental, relevat pentru prima oară de Petrov.

Această descoperire a avut loc 11 ani după descoperirea curentului galvanic și numai trei ani după crearea, de către Volta, a coloanei galvanice. Evident, în cursul acestor trei ani s-au putut cunoaște prea puține lucruri despre curentul galvanic. Petrov a fost nevoit să-și construiască singur bateria, din 4 200 de discuri de zinc și cupru puse într-o coloană lungă de peste trei metri ; de asemenea, el a executat și sîrma, izolată cu ceară roșie.

Petrov a studiat descărcarea în arc nu numai la presiunea normală, ci și la presiuni mai mici, introducînd curentul în interiorul clopotului pompei de vid. Descoperirea acestui tip de descărcare poate fi astăzi privită ca descoperirea plasmei. Deși lucrările lui Petrov au fost publicate de multe instituții științifice ale timpului, totuși, descoperirea descărcării în arc este atribuită în mod obișnuit lui Davy, deși aceasta a avut loc abia în 1810. Tot lui Petrov îi aparțin și o serie de lucrări interesante asupra luminescenței și în chimie. Se pare că el este primul care a descompus apa prin electroliză, dar nici aceste lucrări nu au exercitat influența așteptată asupra științei mondiale.

Biografia lui Petrov este foarte instructivă. Fiu al unui preot de țară, el și-a început activitatea ca modest învățător în orașul Barnaul, obținînd însă ulterior postul de profesor de fizică la Academia de medicină și chirurgie din Petersburg. Petrov, ca și Lomonosov, a fost un savant solitar, și nici el nu a lăsat în urma sa o școală. El personal și lucrările sale au trecut la fel de neobservate în istoria științei, nu numai în străinătate, ci și la noi. Nu s-a păstrat nici portretul lui Petrov și abia de curînd s-a aflat unde este îngropat Pentru mine nu există nici un dubiu că Vasili Vladimirovici Petrov ar fi trebuit să ocupe, ținînd cont de descoperirile sale științifice, unul din primele locuri nu numai în știința noastră, dar și în cea universală, ca un fizician experimentator de seamă.

Se poate auzi adesea opinia că dezinteresul față de succesele savanților ruși se explică prin faptul că cultura slavilor era considerată, de obicei, în Apus, ca avînd un rol secundar și nefiind demnă de luat în considerare în istoria culturii mondiale. Fără îndoială, în secolele al XVIII-lea și al XIX-lea a fost adesea adoptată această atitudine față de slavi în general și față de ruși, în particular. Dar cred că ea nu poate servi drept explicație pentru problema în discuție, deoarece istoria științei dovedește că notorietatea succeselor științifice ale marilor savanți nu a cunoscut niciodată granițe naționale. Copernic a fost recunoscut, cu toate că era slav. De asemenea, este suficient să amintim faptul că Euler a apreciat adesea în mod deosebit lucrările lui Lomonosov. Tot astfel, aceasta nu explică de ce noi înșine nu prețuim activitatea științifică a lui Lomonosov, Petrov și a altor savanți ruși.

Cred că explicația trebuie căutată în condițiile în care se dezvolta știința în țara noastră. Nu este suficient ca un savant să facă o descoperire științifică, pentru ca această descoperire să influențeze dezvoltarea culturii mondiale — trebuie ca în țară să existe anumite condiții și să existe legătura necesară cu instituțiile științifice din străinătate. Dacă aceste condiții nu există, atunci chiar lucrările științifice remarcabile ale unui Lomonosov sau Petrov nu pot influența dezvoltarea culturii mondiale. Asupra acestor condiții indispensabile atît în timpul lui Lomonosov cît și în zilele noastre, vreau să mă opresc.

După cum am afirmat deja, începînd cu secolul al XVII-lea, datorită colaborării savanților la scară internațională, științele naturii au început să se dezvolte mai repede ca înainte. Aceasta s-a putut petrece datorită faptului că, pentru întreaga omenire, științele naturii sînt aceleași, atunci cînd se dezvoltă pe baze experimentale. Tocmai această aliniere la concepții materialiste a făcut posibilă dezvoltarea lor la scară internațională. Schema după care are loc colaborarea internațională a

oamenilor de știință este binecunoscută și rămîne aceeași, astăzi, ca și în vremea lui Lomonosov.

În diferite țări există grupe de cercetători, pe lîngă universități, academii și alte instituții științifice. Deoarece fiecare domeniu sau problemă științifică poate înainta numai pe un singur drum, atunci, pentru a nu o lua într-o direcție greșită, e necesar să se înainteze încet și să se cheltuiască mult efort în cercetare. În colaborare, lucrările se repartizează între colectivele de savanți care lucrează în problema dată. În acest fel însă, lucrările individuale ale unui savant care lucrează în afara unui asemenea colectiv larg, trec, de obicei, neobservate. Viața ne demonstrează fără încetare că o astfel de muncă a oamenilor de știință, atît în țară, cît și la nivel internațional, este posibilă numai prin folosirea contactelor personale. Pentru ca o lucrare științifică a unui savant să fie recunoscută, nu este suficient să fie publicată, este necesar și să convingem pe alții de valabilitatea ei și să demonstrăm însemnătatea ei. Or, așa ceva se poate realiza cu succes numai în cadrul contactului personal. Atît pe vremea lui Lomonosov, cît și în zilele noastre, pentru ca un savant să poată influența prin lucrările sale mersul cercetării colective, sînt necesare dialogul direct, dezbaterea, schimbul viu de păreri, toate acestea neputînd fi înlocuite nici prin tipărirea lucrărilor, nici prin corespondență. De ce se întîmplă așa, e destul de greu de explicat. Eu cred că majoritatea dintre noi știm din experiență proprie cît de necesar este contactul personal în coordonarea activității de creație. Numai cînd vezi omul, laboratorul său, cînd auzi intonațiile vocii sale, cînd îi observi expresia figurii, apare încrederea față de munca sa și dorința de a colabora cu dînsul. Din aceleași motive nici un manual nu va putea înlocui profesorul.

Astăzi, necesitatea contactelor personale între oamenii de știință este considerată ceva firesc, de la sine înțeles, atît de către savanții străini, cît și de către cei din țara noastră. Aceste contacte

devin tot mai numeroase şi se realizează acum, de obicei, prin intermediul congreselor şi al simpozioanelor internaţionale.

Pe timpul lui Lomonosov, întîlnirile personale ale oamenilor de ştiinţă erau deja frecvente. De obicei, lucrurile se petreceau în felul următor. Într-un domeniu ştiinţific anume, într-o ţară oarecare, se forma un centru avansat în cercetarea ştiinţifică. În mod normal, un astfel de centru atrăgea alţi savanţi, care adesea lucrau individual. În secolul al XVIII-lea, ţara în care ştiinţa era cea mai înaintată era Anglia. Aceasta se explică prin bogăţia ţării, cu totul deosebită pentru acele vremuri, ţară ai cărei mecena susţineau dezvoltarea largă a ştiinţei. În Anglia, venea, de exemplu, Franklin care, în America, ca şi Lomonosov în Rusia, era un savant solitar. El a impus recunoaşterea lucrărilor sale remarcabile în domeniul electricităţii, atunci cînd le-a expus în faţa Societăţii regale din Londra. Tot în urma unei călătorii la Londra au fost recunoscute şi lucrările lui Leuwenhoeck în legătură cu microscopul, faţă de care se manifestase la început neîncredere.

Tragedia izolării cercetărilor lui Lomonosov, Petrov şi ale altor savanţi solitari din ţara noastră în raport cu ştiinţa mondială, consta doar în faptul că ei nu s-au putut înrola în munca colectivă a oamenilor de ştiinţă din străinătate, neavînd posibilitatea să călătorească în Apus. Acesta este şi răspunsul la problema ridicată — de ce savanţii ruşi nu au influenţat ştiinţa mondială.

Mai rămîne acum doar întrebarea de ce în ţara noastră activitatea ştiinţifică a lui Lomonosov nu a fost recunoscută atît de multă vreme.

E cît se poate de limpede că pentru recunoaşterea publică a unui savant, este necesar ca societatea în care trăieşte să aibă capacitatea de a-i înţelege şi preţui munca. Nici aparatul administrativ, nici mai marii zilei care îl cunoşteau pe Lomonosov, nu au putut, desigur, să înţeleagă valoarea cercetărilor sale ştiinţifice şi, de aceea, consacrarea lucrărilor sale în fizică şi în chimie a

devenit posibilă numai atunci cînd în țara noastră s-a creat o opinie științifică proprie.

Am considerat necesar să ne oprim asupra acestei lecții a istoriei pentru a putea aprecia rolul deosebit jucat de opinia colectivității largi, sociale, în organizarea științei. Astăzi acest lucru este foarte important pentru noi, dat fiind că în fața noastră se pune problema creării științei celei mai înaintate.

Este îndeobște cunoscut faptul că pentru dezvoltarea cu succes a oricărei munci creatoare este necesară legătura cu societatea. Scriitorul, artistul, muzicianul, pictorul toți creează în adevăratul sens al cuvîntului și-și dezvoltă talentul numai atunci cînd se află în strînsă legătură cu societatea. La rîndul ei, creația unui savant nu se poate dezvolta plenar în afara colectivității. Mai mult, după cum nivelul artelor în țară se determină prin gustul și cultura societății, tot astfel nivelul științei este determinat de gradul de dezvoltare a comunității științifice. Tragedia lui Lomonosov se amplifică și din pricina faptului că, după cum am mai spus, pe atunci țara noastră era lipsită de o comunitate științifică proprie. Absența unui colectiv critic competent îl lipsea pe Lomonosov de posibilitatea de a-și aprecia corect eșecurile și reușitele.

De aceea, Lomonosov nu și-a putut desfășura activitatea în toată plenitudinea geniului său. El resimțea dureros lipsa de înțelegere și recunoaștere față de lucrările sale, atît în țară cît și în străinătate. Creația sa nu i-a procurat deplina mulțumire sufletească la care era îndreptățit, pe măsura geniului său.

Nu este greu de văzut că pentru dezvoltarea unei științe înaintate este necesară existența unei comunități științifice înaintate. Dacă nu am fi creat o comunitate științifică înaintată proprie, oricîți Lomonosovi s-ar fi născut la noi, n-am fi putut pune bazele unei științe avansate în țara noastră. Crearea unei opinii științifice colective înaintate este o problemă importantă, căreia nu-i acordăm încă suficientă atenție. Acesta este un

lucru mai greu de realizat decît formarea de tinere talente selecționate pentru cercetarea științifică sau înființarea de mari instituții științifice. Crearea unei comunități științifice competente include educarea unor pături largi de oameni aflați în legătură cu activitatea științifică. Trebuie să educăm interesul pentru știință al acestora, să-i învățăm să respecte și să iubească știința noastră și să le dezvoltăm capacitatea de a aprecia obiectiv succesele sale și de a ști să sprijine tot ce e cu adevărat mai bun și mai important în știință. Pentru că numai opinia comunității științifice, atunci cînd știe să aprecieze corect valoarea unei realizări în știință, îl poate ajuta pe savant să meargă înainte pe drumul cel bun. Numai o colectivitate științifică înaintată poate aprecia profunzimea unei reușite științifice, independent de valoarea ei practică nemijlocită.

Toate științele naturii se vor putea dezvolta în direcția corectă, numai sprijinindu-se pe o opinie științifică sănătoasă. După cum am remarcat mai înainte, noi l-am descoperit și recunoscut pe Lomonosov la începutul acestui secol, iar aceasta nu s-a produs întîmplător, ci datorită faptului că tocmai în acea vreme au început să apară la noi opinii științifice veritabile. Opiniile științifice în domeniul fizicii au atins nivelul necesar atunci cînd pentru munca științifică s-au îmbunătățit condițiile materiale, iar pentru marii oameni de știință ai timpului — Lebedev, Rojdestvenski, Lazarev, Ioffe — s-a ivit posibilitatea de a crea școli științifice proprii.

Astăzi, în socialism, cînd la baza dezvoltării statului stă știința, influența și însemnătatea opiniei științifice cresc cu repeziciune. Trebuie să ținem minte că, pentru ca știința noastră să fie cea mai înaintată, comunitatea noastră științifică trebuie să fie, de asemenea, cea mai înaintată. Ea trebuie să fie de înalt nivel și să aibă autoritate științifică, pentru ca judecățile și aprecierile făcute de ea să fie recunoscute și pe plan mondial.

ACTIVITATEA ŞTIINŢIFICĂ A LUI BENJAMIN FRANKLIN

Expunere la şedinţa solemnă consacrată aniversării a 250 de ani de la naşterea lui Benjamin Franklin

1956

Cerului i-a răpit fulgerul,
Iar tiranilor — sceptrul.
(Turgot despre Franklin)

Franklin s-a născut în America, în oraşul Boston, în 1706. A murit la vîrsta de 84 de ani. Activitatea sa se desfăşoară de-a lungul întregului secol al XVIII-lea şi este strîns legată de dezvoltarea rapidă a ştiinţelor naturii, a ştiinţelor sociale, care avea loc pe atunci. Aceasta este epoca iluminiştilor, epoca premergătoare perioadei de transformări sociale radicale în Europa. Numele lui Franklin a intrat în istoria culturii mondiale nu numai ca numele unui savant ilustru, al unuia dintre fondatorii teoriei asupra electricităţii, ci ca cel al unui mare om de stat şi militant social al Americii, care a participat activ la lupta pentru eliberarea Americii de sub tutela colonială. Toţi contemporanii săi îl descriu pe Franklin ca pe un om extrem de agreabil, multilateral instruit, cu largi vederi umanitare, interlocutor interesant şi spiritual. Franklin călătorea adesea şi a trăit mulţi ani în străinătate, îndeosebi în Anglia şi Franţa. Acolo a avut largi contacte cu oamenii înaintaţi ai timpului şi, spre sfîrşitul vieţii, a devenit cea mai populară persoană din Europa.

În patria sa, America, Franklin este şi astăzi unul dintre cei mai respectaţi oameni din întreaga istorie a S.U.A. Activitatea multilaterală şi viaţa lui Franklin au fost studiate în amănunţime şi li s-au consacrat multe lucrări.

Franklin a făcut descoperirile sale ştiinţifice de bază în domeniul electricităţii în anii '50 ai secolului al XVIII-lea, înainte de lucrările lui Galvani şi Volta, adică pînă la epoca curentului galvanic, ele înscriindu-se în perioada iniţială de cucerire de către ştiinţă a acestei uriaşe forţe a naturii. În timpul acestor 200 de ani scurşi de la cercetările lui Franklin, cunoştinţele despre electricitate au căpătat o dezvoltare atît de mare, încît astăzi lucrările lui Franklin sînt studiate în şcoala medie odată cu primele noţiuni de fizică. Cunoaştem cu toţii, din tinereţe, elementele de bază asupra electricităţii statice, deşi unii dintre noi ar fi putut uita ce anume îi aparţine lui Franklin. De exemplu, oare toţi cei de faţă îşi mai amintesc că denumirea de pol pozitiv şi negativ a fost introdusă în ştiinţă de Franklin ?

O descriere amănunţită a lucrărilor ştiinţifice ale lui Franklin interesează acum prea puţin, însă istoria dezvoltării cercetărilor sale în domeniul electricităţii mi se pare nu numai interesantă, dar şi utilă omului de ştiinţă modern. Acest interes emană din faptul că dezvoltarea ştiinţei, cu alte cuvinte calea de cunoaştere a naturii de către om, este unică. În căutarea adevărurilor ştiinţifice, ne abatem adesea de la calea justă şi atunci pierdem timpul. De aceea, cu cît ne vom abate mai puţin de la această cale, cu atît mai repede şi mai economic se vor dezvolta cunoştinţele noastre şi cucerirea forţelor naturii. Studiind istoria ştiinţei putem cunoaşte factorii care contribuie la dezvoltarea rapidă a ştiinţei. Din acest punct de vedere istoria cercetărilor ştiinţifice ale lui Franklin prezintă un interes excepţional.

Cercetările lui Franklin în domeniul electricităţii au fost făcute într-o perioadă scurtă de timp, de numai 7 ani, între 1747 şi 1753. El a început să se ocupe de cercetări ştiinţifice cînd avea deja 41 de ani. La acea vîrstă era deja un om cu dare de mînă. El a fondat în Philadelphia, pe atunci încă un oraş mic, tipografia, ziarul, un almanah celebru şi altele, care s-au bucurat de mult succes. Franklin a început să se ocupe de cercetări şti-

inţifice complet întîmplător, după ce a asistat la o conferinţă de popularizare, cu demonstraţii de electricitate. Astfel de lecţii erau foarte frecvente pe vremea aceea, deoarece o serie de fenomene electrice, ca de exemplu atracţia şi respingerea corpurilor electrizate, scînteia electrică, senzaţiile neplăcute provocate de trecerea descărcării prin corpul omenesc, reprezentau o noutate în acel timp, fiind cu totul neobişnuite şi serveau excelent drept material pentru lecţiile ştiinţifice destinate publicului. Cu puţină vreme înainte ca Franklin să fi asistat la acea lecţie despre electricitate, fusese inventată butelia de Leyda, cu care a fost realizată pentru prima oară condensarea electricităţii în cantităţi apreciabile. Posibilitatea de a executa experienţele cu o considerabilă rezervă de electricitate a făcut dintr-o dată mai atrăgătoare demonstrarea fenomenelor electrice.

Franklin era captivat de experienţe privind electricitatea şi în decursul celor 7 ani a consacrat o mare parte din timpul său muncii ştiinţifice. Pentru acel timp cercetările sale au reprezentat, desigur, o contribuţie de frunte la dezvoltarea cunoştinţelor despre electricitate şi au primit o recunoaştere mondială. În acest scurt interval de timp Franklin a fost recunoscut ca un savant de renume mondial. Majoritatea societăţilor ştiinţifice şi academiilor au evidenţiat meritele ştiinţifice ale lui Franklin, alegîndu-l membru al lor, iar o serie de universităţi i-au acordat titlul de doctor.

Natural, se pune întrebarea : cum s-a putut întîmpla ca Franklin, care înainte nu se mai ocupase de fizică, trăind într-un mic orăşel al Americii, departe de centrele ştiinţei mondiale, ajuns deja la maturitate, să reuşească în cîţiva ani de muncă să devină fondatorul unei întregi discipline ştiinţifice ? Iar aceasta se întîmpla la mijlocul secolului al XVIII-lea, cînd ştiinţa era dominată de personalităţi ca Newton, Huygens şi Euler. Despre diletantism nu mai putea fi vorba. Cum de a putut Franklin să ajungă la asemenea rezultate, care erau inaccesibile şi oamenilor de ştiinţă profesionişti ?

Cred că explicația trebuie căutată în faptul că Franklin, primul, a înțeles corect esența fenomenelor electrice și de aceea a descoperit calea justă pe care trebuiau să meargă cercetările în acest domeniu. Un fapt analog în dezvoltarea unui foarte important domeniu al fizicii — radioactivitatea — s-a petrecut chiar sub privirile noastre.

După ce, în 1896, Becquerel a descoperit fenomenul radioactivității, în decursul anilor următori s-a adunat un material experimental extrem de bogat privind studierea fenomenelor fizice legate de însușirile radioactive ale substanțelor. În toată această diversitate de material experimental, nu exista nici o ordine, deoarece esența însăși a fenomenului nu era înțeleasă. Rutherford a stabilit primul că fenomenele fizice legate de radioactivitate se explică ușor dacă se presupune că radioactivitatea este un proces de dezagregare a materiei. Pentru a constata acest lucru nu era nevoie ca Rutherford să posede o erudiție științifică profundă, ci îi trebuiau numai o imaginație bogată, perspicacitate și curaj. În astfel de etape inițiale ale dezvoltării științei, exactitatea și rigurozitatea proprii omului de știință profesionist mai degrabă îngreuiază emiterea unor ipoteze îndrăznețe de acest fel. De un asemenea pas curajos era nevoie în stadiul inițial al studierii electricității. Iar Franklin l-a făcut.

Pînă la cercetările lui Franklin fusese acumulată și o mare cantitate de material experimental, însă faptele erau prezentate disparat, iar ipoteza emisă de el nu numai că a reunit aceste fapte într-un tot armonios, dar a și indicat calea potrivită pentru cercetările ulterioare.

Franklin a formulat ipoteza sa fundamentală în scrisoarea către Peter Collins, în 1749. Aceasta prezintă tabloul clar al proceselor ce au loc în cazul electrizării corpurilor. Acest tablou rămîne în mare parte corect și astăzi. Iată un fragment din această scrisoare : „Materia electrică se compune din particule extrem de mici, întrucît ele trec cu ușurință prin substanțe obișnuite, dense, cum sînt metalele, fără a întîmpina o rezistență

observabilă". Astăzi, numim aceste „mici particule" electroni. În continuare, Franklin a considerat orice corp ca un fel de burete saturat cu aceste particule de electricitate. Electrizarea corpurilor se explică în felul următor : corpul care are un plus de particule electrice este încărcat pozitiv ; corpul căruia îi lipsesc aceste particule este încărcat negativ. Sub aspect cantitativ, Franklin a demonstrat aceasta printr-o experiență extrem de simplă.

Să ne imaginăm doi oameni care stau pe niște perne din ceară adică pe izolatori. Unul dintre ei electrizează un baston de sticlă prin frecare. Dacă el atinge cu acest baston pe celălalt om, amîndoi devin electrizați în raport cu pămîntul. Aceasta se demonstrează cu ușurință căci dacă unul din ei atinge pămîntul, provoacă o scînteie. Dacă, imediat după electrizare, cei așezați pe izolatori se ating, între ei se produce o scînteie ; după aceea, electrizarea lor în raport cu pămîntul se pierde. Aceasta se demonstrează prin aceea că la atingerea unui obiect pus la pămînt, nu se mai produce scînteia.

Ipoteza lui Franklin se baza pe natura materială a electricității și dădea o explicație simplă acestei experiențe. Dacă un om izolat atinge cu bastonul de sticlă un alt om izolat, unul dintre ei pierde materie electrică, iar celălalt o primește în aceeași măsură. Unul dintre ei este încărcat pozitiv, celălalt negativ. Dacă ei se ating, se produce descărcarea, și întrucît se păstrează cantitatea constantă a materiei electrice, echilibrul anterior se restabilește.

Desigur, Franklin nu a avut posibilitatea să perceapă caracterul material al electricității și de aceea nu a avut nici posibilitatea de a determina cine anume capătă materie electrică și, prin urmare, este încărcat pozitiv, și cine o pierde, adică este încărcat negativ. De aceea, el a admis pe ghicite că sticla electrizată este încărcată pozitiv, crezînd poate că prin frecarea de sticlă lîna transmite acesteia electricitate. Abia spre sfîrșitul secolului trecut, după descoperirea particulelor de

electricitate — electronii — a devenit cunoscut că nu electronul pozitiv, cum credea Franklin, acumulează particule electrice, ci cel negativ. Pentru a nu schimba notațiile uzuale, polaritate pozitivă și negativă, electronului i s-a atribuit sarcina negativă.

Voi descrie încă una dintre experiențele lui Franklin, care prezintă, de asemenea, un mare interes științific.

Franklin a atribuit și sarcinilor conductorilor metalici însușirea de respingere reciprocă a corpurilor încărcate cu sarcini de același fel. El considera că sarcinile, respingîndu-se reciproc, se vor concentra către suprafața exterioară a corpului metalic electrizat. El a dovedit justețea presupunerilor sale prin următoarea experiență.

Un ceainic metalic este așezat pe un izolator și este electrizat. Trebuia să se găsească o posibilitate de a dovedi că sarcina electrică se răspîndește pe suprafața exterioară a ceainicului. Pentru aceasta, în interiorul ceainicului a fost introdus un lanț, care putea fi scos cu ajutorul unui mîner izolat. Gradul de electrizare a ceainicului se determina prin amplitudinea respingerii reciproce dintre două bobițe atîrnate de ceainic. Experiența consta în extragerea treptată a lanțului din ceainic și observarea diminuării proporționale a electrizării ceainicului.

Franklin raționa astfel : cît timp lanțul se află în interiorul ceainicului, suprafața lui mărește suprafața interioară a ceainicului ; cînd lanțul este tras afară, se mărește suprafața exterioară a ceainicului. Franklin conchide : dacă sarcina se răspîndește doar pe suprafața exterioară a conductorului electrizat, atunci numai la creșterea acestei suprafețe electrizarea se va micșora. Ceea ce se și observă pe parcursul acestei experiențe.

Am descris aceste două experiențe care sînt nu numai geniale prin simplitatea lor, dar și fundamentale, prin rezultatele obținute. Franklin face descrierea tuturor cercetărilor sale în scrisorile către prietenul său Collins, din Anglia.

În aceste scrisori sînt relatate multe dintre experiențele sale, devenite astăzi clasice : obținerea vîntului electric, studiul însușirilor scurgerii sarcinilor de pe un vîrf ascuțit și altele. În aceste scrisori, din punctul de vedere al ipotezei sale, Franklin explică corect o serie de fenomene electrice deja cunoscute, ca de exemplu, mecanismul acumulării sarcinilor electrice în butelia de Leyda, și, pe această bază, execută condensatorul plan. Gollins a prezentat la Societatea regală lucrările lui Franklin. Apoi le-a editat într-un volum, care a și devenit lucrarea științifică fundamentală a lui Franklin. Această carte a cunoscut mai multe ediții și a fost tradusă în mai multe limbi.

Nu voi descrie alte experiențe ale lui Franklin, ci voi pomeni doar de experiențele care demonstrează natura electrică a fulgerului. Aceste experiențe au devenit notorii încă din timpul vieții sale și l-au făcut celebru. Cu toate că, și pînă la Franklin, se presupunea că fulgerul și descărcarea obținută în electrizarea prin frecare sînt unul și același fenomen, chiar dacă pe scări diferite, nu fusese dovedită experimental justețea acestei ipoteze.

Claritatea și precizia imaginii pe care și-o crease Franklin despre fenomenele de electrizare i-au dat posibilitate să găsească acea experiență care să demonstreze convingător natura electrică a fulgerului. Ideea experienței lui Franklin consta în următoarele. Să presupunem că între norul de furtună și pămînt se află o tijă metalică verticală, izolată de pămînt. Dacă norul posedă o sarcină electrică, atunci sarcina de semn contrar se va afla în partea superioară a tijei. Dacă această bară este prevăzută în partea ei superioară cu vîrf ascuțit, atunci sarcina indusă se va scurge, iar bara se va încărca cu electricitate de același semn cu cea a norului.

Franklin considera că prezența acestei sarcini poate fi relevată prin scînteia ce va lua naștere la atingerea barei cu capătul liber al unei sîrme legate la pămînt. El presupunea — eronat, după cum s-a văzut ulterior — că pentru succesul aces-

tei experienţe bara trebuie aşezată pe o înălţime, pentru a fi mai aproape de nor. Deoarece în apropierea casei sale lipsea o astfel de înălţime, Franklin credea că această experienţă nu-i va reuşi. El a descris-o amănunţit şi a propus să o facă alţii. El însuşi şi-a propus să facă o experienţă analogă, însă pe altă cale, care să nu presupună existenţa unei înălţimi.

Pentru această experienţă, în locul barei metalice el a folosit o frînghie ridicată de un zmeu. Întrucît în timpul furtunii totdeauna este vînt, zmeul poate fi înălţat cu uşurinţă, iar fiindcă plouă, frînghia udă devine un bun conducător şi poate înlocui tija metalică. Pentru ca frînghia să se încarce mai uşor, a fost prevăzută posibilitatea de scurgere a sarcinii prin capătul ei superior. În acest scop Franklin a fixat vîrfuri ascuţite în colţurile ramei zmeului. Pentru a izola frînghia de pămînt, în partea inferioară a fost legată o panglică de mătase, protejată împotriva ploii. La capătul inferior al frînghiei a fost suspendată o cheie metalică, cu ajutorul căreia, în timpul furtunii, Franklin producea scînteia. Astfel, în prezenţa prietenilor şi cunoscuţilor săi, el a demonstrat natura electrică a fulgerului. Experienţa cu zmeul a avut loc la 12 aprilie 1753, cu care ocazie Franklin a descoperit că norii de furtună sînt, de regulă, încărcaţi negativ.

Savantul francez Dallibard a construit la Marly, exact după descrierea lui Franklin, o bară izolată şi, la 10 mai 1752, în timpul unei furtuni a obţinut pentru prima oară scîntei electrice. Prin aceasta, cu cîtva timp înaintea lui Franklin, dar după metoda sa, a fost demonstrată natura electrică a fulgerului.

Detaliile tehnice ale experienţelor lui Franklin sînt foarte interesante, deoarece dovedesc marea sa inventivitate experimentală.

Studiind istoria cercetărilor lui Franklin, stîrneşte uimire rapiditatea cu care concepţiile sale au pătruns în ştiinţă. Cu toată opoziţia unor savanţi de seamă, cum au fost abatele Nollet sau Wilson, ideile lui Franklin au fost în scurt timp adoptate

definitiv de lumea științifică. Desigur, adevărul științific își va croi totdeauna drum în viață. Însă parcurgerea mai rapidă, mai directă, a acestui drum, depinde numai de oameni și nu de adevăr. Sub acest aspect, activitatea lui Franklin poate servi și astăzi drept exemplu, ca procedură de introducere în știință a ideilor științifice noi.

Franklin populariza orice lucrare într-un larg cerc de oameni. La el, în Philadelphia, a organizat o societate filozofică, alcătuită din localnici; în cadrul acestei societăți el își făcea demonstrațiile și ținea prelegeri. Franklin a fost adesea în străinătate, unde stabilea contacte cu oameni de știință. El purta o intensă corespondență științifică cu savanți din Franța, Italia și Anglia, chiar și în vremea în care America se afla în război cu Anglia. A studiat de unul singur limba italiană, franceză și spaniolă; cunoștea de asemenea latina.

Deosebit de vie era capacitatea sa de a lupta pentru ideile noi, care s-a manifestat atunci cînd a fost nevoit să impună paratrăsnetul în viața de toate zilele. Despre aceasta vom vorbi însă mai tîrziu. Acum să revenim la desfășurarea cercetărilor lui Franklin asupra electricității.

Stimulați de ideile lui Franklin, oamenii de știință din multe țări s-au preocupat de studiul naturii electricității. La noi, în Petersburg, Lomonosov și Richmann au construit tije similare pentru studiul electricității atmosferice, pe care le-au denumit „mașina de trăsnet".

Este regretabil faptul că cercetările lui Lomonosov — nu numai în domeniul electricității, ci, îndeosebi, în cel al chimiei, unde a descoperit primul legea conservării materiei — deși au avut o valoare fundamentală, nu au influențat, însă, la vremea aceea, dezvoltarea științei mondiale, așa cum ar fi meritat. Cred că principala cauză a fost că condițiile sociale în care trăia și crea Lomonosov nu-i dădeau posibilitatea să comunice cu oamenii de știință din alte țări și să călătorească în străinătate. Fără îndoială, izolarea cercetărilor lui

Lomonosov şi ale lui Richmann au stînjenit influenţa pe care ştiinţa rusă ar fi putut-o avea asupra celei mondiale.

Deosebit de tristă a fost soarta lui Richmann. În lucrările sale, el a arătat corect că dezvoltarea în continuare a cercetărilor experimentale ale lui Franklin ar fi trebuit să ducă la găsirea descrierii cantitative a fenomenelor electrizării. Căutînd metoda măsurării cantitative a sarcinii barei electrizate, din „maşina de trăsnet", în timpul furtunii, pentru a face calculul cantitativ, Richmann s-a apropiat în mod imprudent de conductor. A fost ucis pe loc printr-o descărcare electrică. Aceasta s-a întîmplat în 1753.

Potrivit cercetărilor lui Franklin, cea mai importantă etapă în dezvoltarea ştiinţei electricităţii a fost trecerea la descrierea cantitativă a fenomenelor electrice. Aceasta a fost realizată de către Coulomb, abia în 1785. Este bine cunoscut felul în care acesta a descoperit cu ajutorul balanţei de torsiune legea fundamentală a sarcinilor electrice. Coulomb a stabilit că forţa de acţiune reciprocă este invers proporţională cu pătratul distanţei dintre sarcini.

Ulterior, lucrările teoretice ale lui Gauss, Laplace, Poisson au dezvoltat această lege fundamentală a naturii în teoria armonioasă a cîmpului electrostatic, de largă utilitate în zilele noastre. Însă, în istoria dezvoltării cunoştinţelor asupra cîmpului electric există o pagină puţin cunoscută, care se referă la cercetările de bază ale lui Franklin şi despre care merită să pomenim.

Aproape 100 de ani după lucrările lui Coulomb, în 1877, Maxwell a scris un articol despre lucrările nepublicate ale lui Henry Cavendish în domeniul electricităţii. Maxwell a fost primul director al laboratorului „Cavendish" din Cambridge, construit de moştenitorii acestuia şi lui i-a fost încredinţată arhiva personală a lui Cavendish. Aici el a descoperit un manuscris nepublicat al acestuia, în care demonstra experimental aceeaşi lege a pătratului distanţei, descoperită de Coulomb. Demonstraţia experimentală a lui Cavendish se deo-

sebea însă esențial de cea a lui Coulomb, iar metoda era mai simplă și mai precisă. Acest manuscris nu era datat, însă Maxwell l-a situat nu mai tîrziu de 1775, deci cu cel puțin 10 ani înaintea descoperirii lui Coulomb.

În lucrările sale, Cavendish pornea de la faptul că se poate demonstra teoretic următorul lucru : în cazul unui conductor metalic gol toate sarcinile electrice se distribuie pe suprafața exterioară, numai atunci cînd se resping reciproc potrivit legii pătratului distanței. Demonstrarea distribuirii sarcinilor pe suprafața exterioară a conductorului fusese însă deja realizată de Franklin, prin experiența ceainicului electric cu lanț interior și trebuia numai să se găsească mijlocul de a o face mai exactă. De aceea, Cavendish a refăcut această experiență după un procedeu perfecționat. În locul ceainicului, el a folosit o sferă metalică goală, iar în locul lanțului din interior, o a doua sferă metalică, concentrică. Amîndouă sferele puteau fi izolate, sau conectate, după cum era necesar. Cavendish a ales sfere concentrice, deoarece această formă a corpurilor dădea posibilitatea preluării cantitative a rezultatelor experienței. Experiența lui Cavendish consta în demonstrarea faptului că sarcina transmisă sferei exterioare se distribuie numai pe aceasta și nu trece pe sfera interioară.

Maxwell a organizat la Cambridge repetarea experienței lui Cavendish, dar cu aparate de măsură mai perfecționate și a arătat că legea lui Coulomb este corectă, cu o precizie de pînă la o milionime, în timp ce prin metoda balanței de torsiune a lui Coulomb această lege poate fi verificată cu o precizie ceva mai mare de un procent.

Aici se naște întrebarea : cum se explică faptul că în cursul celor 100 de ani, oameni de știință de prim rang ca Gauss, Poisson și alții, creatori ai teoriei cîmpului electric, nu au observat că experiența simplă, cu ceainicul, a lui Franklin ar fi putut servi la demonstrarea experimentală a uneia din cele mai însemnate legi ale cîmpului electrostatic — legea lui Coulomb ?

Cum a fost posibil ca lucrarea lui Cavendish să rămînă necunoscută timp de 100 de ani? În articolul său, Maxwell arăta, de asemenea, că în această lucrare nepublicată, în afară de legea lui Coulomb, a fost formulată şi oarecum verificată legea lui Ohm. Iar aceasta a avut loc cu 70 de ani înaintea descoperirii ei de către Ohm. Natural, se pune întrebarea: cum de s-a putut întîmpla ca un asemenea mare om de ştiinţă, cum era Cavendish, denumit de mulţi „Newton al chimiei moderne", să neglijeze publicarea acestei lucrări pe care, desigur, era imposibil să o fi considerat neînsemnată?

Este îndoielnic că istoria va da un răspuns la această întrebare, dar cel mai probabil este că pur şi simplu Cavendish a uitat să trimită lucrarea la tipografie. Această explicaţie pare neverosimilă la prima vedere, întrucît s-ar părea că prietenii săi savanţi ar fi trebuit să ştie despre această lucrare şi să-i amintească. Aici însă se revelează o particularitate a caracterului lui Cavendish — el nu a avut nici prieteni, nici camarazi şi evita oamenii în general. Om foarte bogat, fratele ducelui de Devonshire, el a dus o viaţă extrem de retrasă, ocupîndu-se numai de ştiinţă. Chiar şi servitorilor săi le era interzis să apară în camerele lui. I se aducea mîncarea în sufragerie înainte de a intra el. Astfel, datorită faptului că era atît de rupt de oameni, lucrările ştiinţifice ale lui Cavendish, ilustrare a marilor sale succese ştiinţifice, nu au avut influenţă asupra dezvoltării ştiinţei mondiale.

Mult mai tîrziu, oamenii de ştiinţă francezi şi germani au descoperit independent aceste legi ale naturii. Ei au transmis aceste cunoştinţe omenirii şi este drept ca aceste legi fundamentale ale naturii să poarte numele lui Coulomb şi Ohm.

În afară de lucrările pur ştiinţifice, Franklin a repurtat încă un succes recunoscut; este vorba despre invenţia sa — paratrăsnetul. Istoria introducerii în viaţa de toate zilele a acestei invenţii este şi ea foarte instructivă. Este o istorie lungă şi i s-au consacrat multe studii. De aceea,

foarte pe scurt, vă voi povesti cum a inventat și a răspîndit Franklin paratrăsnetul.

Am vorbit deja despre faptul că Franklin a demonstrat experimental că fulgerul nu este altceva decît scînteia electrică care se produce între nori și pămînt, atunci cînd sînt încărcate cu sarcini contrarii. După descoperirea esenței descărcărilor atmosferice, în mod firesc s-a pus întrebarea cum se poate lupta rațional împotriva distrugerilor și incendiilor provocate de fulgere. A devenit clar că atunci cînd fulgerul lovește o clădire sau un obiect oarecare mai înalt, dauna se produce datorită curentului electric puternic, care, trecînd printr-un material rău conducător, provoacă distrugeri și incendii. De aceea, dacă într-un asemenea caz se creează posibilitatea ca descărcarea electrică să treacă printr-un mediu bun conducător, cum e metalul, nu se vor produce distrugeri. Atunci s-a înțeles de ce clădirile cu acoperiș metalic și burlane metalice de scurgere sînt mai puțin supuse acțiunii descărcărilor din timpul unei furtuni. Templul lui Solomon din Ierusalim, de exemplu, timp de 1 000 de ani nu a suferit distrugeri datorate fulgerelor, deoarece era acoperit cu plăci metalice.

Firește, după lucrările lui Franklin, care au stabilit natura descărcărilor atmosferice, multe persoane au avut idei asupra posibilității de protejare a clădirilor, prin dirijarea sarcinilor electrice cu ajutorul barelor metalice bune conducătoare.

Se pare că în 1754 un modest preot, Prokop Divisch, dintr-un orășel din Cehia, pornind de la înțelegerea fenomenelor de descărcare electrică și folosind drept conductor pentru conducerea curentului un lanț pus la pămînt, a construit de unul singur, deasupra acoperișului casei sale, un dispozitiv foarte asemănător cu paratrăsnetul lui Franklin. Această fantezie s-a terminat însă cu un eșec, fiindcă populația orășelului, stăpînită de o teamă superstițioasă, a rupt și a distrus acest dispozitiv.

Fără îndoială că Franklin, cu mintea sa practică, a întrevăzut mai devreme decît alții posi-

bilitatea protecției împotriva loviturilor de trăsnet, prin conducerea curentului, însă a fost mult mai greu pentru el să găsească cea mai rațională formă a paratrăsnetului și să impună opiniei publice recunoașterea acestuia drept un mijloc eficient de a lupta împotriva distrugerilor provocate de furtună. Franklin a rezolvat această problemă în mod strălucit, iar activitatea sa în această direcție poate servi și astăzi drept exemplu de felul în care trebuie introduse în viață noile idei tehnice.

Franklin nu numai că nu a patentat paratrăsnetul, dar a și dat posibilitatea de a fi utilizat de oricine, în mod gratuit. În afară de aceasta, el a dus o intensă și iscusită propagandă pentru introducerea paratrăsnetului în practică. Din lipsă de timp nu putem povesti pe larg istoria introducerii paratrăsnetului și de aceea mă voi opri numai asupra celor mai importante momente.

Cert este că nici o invenție nu a provocat o asemenea furtună de diverse obiecții ca cea stîrnită în urmă cu 200 de ani de acea mică bară metalică, care în zilele noastre apare pe aproape orice construcție și reprezintă un element standardizat.

S-au adus și astfel de argumente: „Fulgerul este o unealtă a pedepsei în mîinile forței divine și de aceea este un păcat să i te opui". Un altul, nu mai puțin convingător, era: „Furtunile iau naștere atunci cînd ispitele rele, demonii, nu se mai supun Atotputernicului". De aceea, mijlocul cel mai nimerit de luptă era tragerea clopotelor. Iată de ce se considera necesară tragerea clopotelor în timpul furtunii. Dat fiind că, evident, clopotnițele bisericești sînt cele mai expuse la fulger, tragerea clopotelor în timpul furtunii era un lucru periculos. Chiar și după inventarea paratrăsnetului, acesta nu a fost montat pe biserici, iar clopotele continuau să bată. Spre sfîrșitul secolului al XVIII-lea, în Germania, timp de 33 de ani au fost uciși 120 de clopotari și distruse 400 de clopotnițe.

Dar principala bătălie a lui Franklin pentru paratrăsnet s-a concentrat nu în jurul obiecţiilor superstiţioase de care erau stăpînite păturile mai puţin instruite ale populaţiei. Lupta a fost dusă cu vîrfurile societăţii acelor vremuri. Împotriva paratrăsnetului luau naştere obiecţii atît ştiinţifice, cît şi politice.

Descriind acţiunea paratrăsnetului, în afară de funcţiunea sa evidentă de a permite trecerea curentului electric spre pămînt prin conductorul metalic, Franklin a relevat şi posibilitatea existenţei unui alt proces. Franklin considera că dacă deasupra dispozitivului se află norul de furtună şi dacă paratrăsnetul are un vîrf ascuţit, atunci prin acesta are loc scurgerea lentă a sarcinilor electrice. Acest fenomen îl numim astăzi descărcarea corona. Aceasta va neutraliza sarcina norului şi îl va descărca. De aceea, Franklin susţinea că paratrăsnetul nu numai că protejează clădirea, dar şi împiedică producerea fulgerelor. Adversarii ştiinţifici ai lui Franklin considerau că scurgerea sarcinilor de pe vîrf, nu numai că nu neutralizează sarcina norului, dar creează condiţii mai favorabile producerii fulgerului şi, de aceea, paratrăsnetul este mai degrabă periculos, fiindcă dă posibilitatea producerii descărcărilor care, în lipsa acestuia, nu ar avea loc. Savanţii care adoptau acest punct de vedere considerau deosebit de periculoasă pentru o clădire vecinătatea unei alte clădiri prevăzute cu paratrăsnet.

Interesul opiniei publice faţă de aceste probleme era foarte ridicat şi aceasta îşi găseşte ilustrarea într-un caz foarte cunoscut: cînd într-un orăşel din Franţa, Saint-Omer, domnul de Visserie şi-a montat pe casă un paratrăsnet, vecinii săi au fost atît de speriaţi, încît l-au dat în judecată. Procesul a făcut multă vîlvă şi a durat cîţiva ani, în perioada dintre 1780—1784. Este interesant că din partea apărătorilor paratrăsnetului a pledat un tînăr avocat, Maximilien Robespierre, iar acest mare proces a constituit debutul faimei sale de mai tîrziu. Curios este, de asemenea, că unul din experţii reclamanţilor

a fost Marat, care considera paratrăsnetul o fantezie periculoasă și era împotriva instalării lui. După o îndelungată dispută, de Visserie a cîștigat procesul.

Este interesantă tactica lui Franklin în această dispută pentru paratrăsnet.

De obicei, el nu se manifesta public dar, pe calea discuțiilor și a voluminoasei sale corespondențe, el influența mereu renumiți savanți și militanți sociali. Printr-o astfel de propagandă și-a creat, din oameni înaintați ai timpului, o armată care lupta pentru afirmarea în viață a vlăstarului său — paratrăsnetul.

În Anglia lupta împotriva paratrăsnetului a căpătat un caracter politic. Savantul englez Wilson încerca să dovedească că e posibilă evitarea acțiunii periculoase a paratrăsnetului dacă capătul lui va fi plat, împiedicîndu-se prin aceasta scurgerea sarcinilor. Dat fiind că această dispută a coincis în timp cu eliberarea națională a Statelor Unite, iar Franklin devenise o figură proeminentă a tinerei Americi și un luptător activ pentru libertate, orice cetățean englez care înzestra paratrăsnetul său cu un vîrf ascuțit și nu plat, era considerat suspect politic. Regele Angliei, George al III-lea, a cerut Societății regale, academiei de științe engleze, să renunțe la opțiunea pentru vîrful ascuțit pe paratrăsnetul lui Franklin. La această cerere a regelui, președintele Societății regale, John Pringle, medic al regelui și prieten personal al lui Franklin, a dat un binecunoscut răspuns : „Atît prin funcția mea, cît și prin înclinațiile mele, eu voi satisface totdeauna pe măsura puterilor mele dorințele Majestății Voastre, însă eu nu sînt în stare să schimb nici legile naturii, nici acțiunea forțelor lor". Pentru aceste cuvinte el a fost destituit din postul de medic regal și din cel de președinte al Societății regale.

În disputa în jurul problemei paratrăsnetului au fost folosite toate metodele, clevetirile, insinuările, și împotriva lui Franklin personal, și împotriva prietenilor săi. Franklin și-a păstrat

calmul, neluînd în seamă atacurile personale şi afirmînd mereu că în problemele ştiinţifice adevărul se verifică numai prin experienţă. Într-adevăr, experienţa a decis în această dispută, însă după multe zeci de ani, cînd cunoştinţele asupra descărcărilor electrice au atins nivelul actual. Acum ştim că această dispută nu a avut nici un sens, întrucît pentru un paratrăsnet obişnuit nu are importanţă forma vîrfului. La o mică distanţă de pămînt, forma geometrică a capătului paratrăsnetului nu poate influenţa în mod sensibil distribuţia cîmpului electric deasupra solului.

Însă unul din specialiştii în descărcări electrice, dr. Schönland, arată totuşi că procesul neutralizării sarcinii norului prin descărcarea lentă prezisă de Franklin poate avea loc, dar numai atunci cînd vîrful ascuţit al paratrăsnetului se află la mare distanţă de pămînt, distanţă comparabilă cu înălţimea norului. Aceasta se produce în cazul paratrăsnetelor aşezate pe cei mai înalţi zgîrie-nori americani ; atunci, într-adevăr, se poate observa cum are loc descărcarea lentă de pe vîrful ascuţit şi cum aceasta nu se mai transformă în fulgere. Schönland adaugă că dacă această constatare ar fi fost cunoscută de Franklin, i-ar fi dat sentimentul unei îndreptăţite satisfacţii.

Astăzi paratrăsnetul constituie o parte inseparabilă a oricărei construcţii şi este, desigur, imposibil să calculăm numărul clădirilor, construcţiilor, vapoarelor, pe care le-a apărat de distrugere şi incendii. Meritul acesta este pe drept cuvînt atribuit iniţiativei lui Franklin.

Voi vorbi pe scurt despre activitatea lui Franklin în alte domenii ştiinţifice, deoarece pe lîngă succesele celebre, pomenite mai sus, el a înregistrat realizări şi în alte ramuri ale ştiinţei.

Franklin s-a ocupat de geofizică, a întocmit harta curentului Gulfstream, a inventat un instrument muzical cu sfere de sticlă, o sobă economică răspîndită şi astăzi în America şi Franţa, felinare de stradă, ochelarii pentru prezbiţi şi multe altele. În afară de aceasta, datorită caracterului său comunicativ şi inteligenţei sale vii, Franklin a

fost adesea consultat, contribuind astfel la dezvoltarea științei. Desigur, majoritatea acestor opinii s-au pierdut, însă unele au ajuns pînă la noi.

Așa, de exemplu, Ludovic al XVI-lea l-a rugat pe Franklin să fie membru al comisiei în problema aprecierii metodei de tratament propuse de medicul Mesmer, care a folosit așa-numitul „magnetism animal". Este interesant că din aceeași comisie făcea parte și cunoscutul doctor Guillotin, inventatorul ghilotinei. Franklin nega existența magnetismului animal, însă considera că acesta nu este un mijloc periculos de tratament, distrînd pe oamenii cu stare, fără a le aduce vreun prejudiciu, ceea ce nu se poate spune totdeauna despre alte metode de tratament.

Franklin a opinat în mod favorabil asupra zborului fraților Montgolfier. Trebuie să remarcăm, de asemenea, și activitatea lui Franklin legată de posibilitățile de dezvoltare a științei mondiale, asupra cărora el putea să decidă ca renumit om de stat. Franklin considera că succesele științifice sînt un bun al întregii omeniri și interesul pentru dezvoltarea științei mondiale trebuie să rămînă în afara controverselor politice și militare dintre state. Astfel, în timpul războiului cu Anglia, cînd celebrul cercetător, căpitanul Cook, revenea din călătoria sa, Franklin a transmis tuturor corăbiilor americane și corsarilor să se poarte cu respect față de această expediție, oriunde ar fi întîlnit-o. Pentru zilele noastre, prezintă, de asemenea, interes faptul că Franklin a convins Congresul să nu extindă și asupra echipamentului științific embargoul la care fuseseră supuse toate mărfurile de proveniență engleză.

Studiind biografia lui Franklin, înțelegem tot mai mult respectul universal de care se bucură acest om, dăruit omenirii de poporul american...

În epoca progresului rapid al științelor naturii, fiecare țară a dat propriul său mare clasic al științei — la noi a fost Lomonosov, în Anglia — Newton, în Italia — Galilei, în Olanda — Huygens, în Franța — Descartes, în Germania — Leibniz, în America — Franklin. Succesele tuturor

acestor mari oameni de știință constituie mîndria întregii omeniri.

Noi, oamenii sovietici, sîntem recunoscători poporului american, care l-a dat și l-a format pentru omenire pe marele Franklin.

FIZICIANUL ȘI MILITANTUL SOCIAL PAUL LANGEVIN

Expunere la ședința consacrată împlinirii a 85 de ani de la nașterea lui Paul Langevin

1957

Paul Langevin este nu numai un remarcabil fizician, dar și un proeminent militant social progresist și un mare prieten al Uniunii Sovietice. În 1924 a fost ales membru corespondent al Academiei de Științe a U.R.S.S., iar în 1929 a devenit membru onorific activ. A fost de asemenea ales membru onorific al unor academii și societăți științifice dintr-o serie de țări ; astfel, în 1928, a fost ales membru onorific al Societății regale din Londra ; în 1934 a devenit membru al Academiei Franceze. A meritat aceste onoruri ca fizician care a făcut cercetări științifice deosebit de importante.

Lucrările sale de bază țin de fizica teoretică, iar cele mai importante se referă la magnetism — domeniu în care cercetările sale își păstrează și astăzi importanța, devenind clasice — și la acustică. Langevin a găsit o metodă de realizare a excitării undelor ultrasonore, fiind primul care a propus pentru aceasta folosirea cuarțului piezoelectric. Astăzi, pe această bază s-a dezvoltat un întreg domeniu al științei și tehnicii.

Trebuie menționat însă că influența lui Paul Langevin asupra dezvoltării fizicii mondiale a fost considerabilă și nu s-a limitat la aceste două domenii. El a fost un mare pedagog, a avut

mulți discipoli, dintre care doi au căpătat o faimă mondială — unul dintre ei este Louis de Broglie, iar celălalt, Frédéric Joliot-Curie.

Deși Langevin a publicat relativ puține lucrări, el a fost un pedagog generos, sugerînd idei, inspirînd și susținîndu-și discipolii. În această privință, influența sa asupra fizicii franceze — dacă aceasta ar putea fi evaluată, dar din păcate este imposibil — a fost mai mare chiar decît cea a lucrărilor sale publicate.

M-am întîlnit adesea cu Langevin și am avut fericirea de a-i cîștiga prietenia, iar astăzi îmi amintesc de el cu o deosebită emoție. Portretul lui Langevin poate fi redat cred printr-un singur cuvînt : a fost un om care a slujit progresul în toate, în știință, în concepțiile sale politice, în vederile sale filozofice, în activitatea sa socială. Întreaga sa viață este străbătută ca un fir roșu de această atitudine progresistă. Cu sau fără voia noastră, totul merge înainte : cultura omenirii se lărgește, știința înaintează, se dezvoltă organizarea socială, se adîncesc reprezentările noastre filozofice privind raporturile dintre om și lumea materială. Oamenii se împart în trei categorii. Unii înaintează și-și consumă toate forțele pentru a face să progreseze știința, cultura și omenirea — aceștia sînt personalitățile cu vederi progresiste. Alții, reprezentînd majoritatea, merg odată cu progresul, puțin la o parte, fără a-l împiedica sau ajuta ; și, în sfîrșit, există oameni care rămîn în urmă, frînînd cultura — aceștia sînt indivizii conservatori, fricoși și lipsiți de imaginație.

Cei care merg înainte întîmpină foarte multe greutăți, ei deschid căi noi progresului, asupra lor se și abat diferite vicisitudini ale soartei. Așa a fost Paul Langevin și soarta i-a rezervat un șir de grele încercări. Se pune întrebarea : de ce există oameni care aleg asemenea cale, ce anume îi obligă să meargă înainte, cînd este mai plăcut și mai liniștit să meargă alături, sau chiar mai în urmă ?

Eu cred că există două cauze. Un om luminat nu poate să nu fie progresist. Numai un om în-

țelept, care are curaj și imaginație poate să fie progresist, să înțeleagă noul și implicațiile lui. Dar aceasta nu este suficient. Mai trebuie să posede și un temperament de luptător. Cînd inteligența este însoțită de temperament, omul devine cu adevărat progresist. Un asemenea om a fost Paul Langevin. Cel mai adesea observăm că numai în tinerețe omul posedă temperamentul care îl face progresist ; la bătrînețe el vrea să trăiască liniștit, și de aceea tineretul, îndeosebi în anii studenției, reprezintă partea cea mai progresistă a omenirii. Cu Langevin nu s-a întîmplat așa. El a rămas pînă la sfîrșitul vieții un luptător pentru progres și cu cît înainta în vîrstă, cu atît mai activă devenea lupta sa, iar această trăsătură neobișnuită mă uimea, trezindu-mi simpatie și un respect adînc.

Aș dori acum să trec în revistă pe scurt activitatea sa științifică, privită din punctul de vedere al progresului.

Primele sale lucrări în domeniul magnetismului au fost realizate în 1907. Ele constau în aplicarea pentru prima oară a mecanicii statistice — dezvoltată și generalizată la acea vreme de către Ludwig Boltzmann — la legile para — și diamagnetismului care, cu puțină vreme în urmă, fuseseră descoperite de Pierre Curie, maestrul și prietenul lui Langevin.

Astăzi privim acest lucru ca de la sine înțeles, însă dacă luăm în considerare nivelul fizicii din acea vreme, vom conchide că aceste lucrări au fost în esența lor extrem de progresiste. În acei ani ideile lui Boltzmann pătrundeau în viață cu mare greutate. În 1906 Boltzmann s-a sinucis tocmai pentru că ideea fundamentală, curajoasă, pusă la baza lucrării sale în legătură cu teoria cinetică a materiei — legătura entropiei cu probabilitatea realizării stărilor moleculare — nu fusese admisă și recunoscută. Savanții proeminenți ai acelor timpuri, ca de exemplu Ostwald, au refuzat să recunoască teoria atomică în general, și în jurul lucrărilor lui Boltzmann s-a iscat o fur-

tună. Langevin, în primele sale lucrări în domeniul magnetismului, a pornit tocmai de la punctul de vedere al lui Boltzmann.

Aproape în același timp a fost publicată și lucrarea lui Einstein despre teoria relativității. Aceasta a apărut în 1905. De atunci au trecut 50 de ani și astăzi doar cei mai înverșunați conservatori resping ideile fundamentale ale relativității. La apariția ei însă, desigur, s-a născut un curent de obiecții, iar cele mai însemnate au fost cele împotriva legii care formulează pentru prima dată precis, cantitativ, echivalența masei cu energia. Această echivalență este determinată de legea conform căreia masa materiei înmulțită cu pătratul vitezei luminii poate fi transformată în cantitatea echivalentă de energie. Un număr de savanți au văzut în aceasta o violare a legii de conservare a energiei și a legii conservării materiei — bazele fizicii din acea vreme — iar aceasta a stîrnit o furtună de obiecții. Langevin a fost unul dintre primii care au propagat energic în Franța ideile lui Einstein. El publică, aproape concomitent cu descoperirea legii lui Einstein, o lucrare în care arată că devierea valorilor maselor atomice în sistemul periodic de la mărimile, multipli ai masei atomilor de hidrogen, este posibil să fie legată de faptul că în atomii compuși apare un surplus de energie, care mărește greutatea lor atomică. Astăzi știm că aceasta a fost o previziune corectă, care putea fi făcută numai de un mare savant și care nu o dată a fost verificată experimental. În ziua de azi aceste păreri au fundament teoretic precis. Aceasta demonstrează încă o dată cum primea Langevin noile idei în știință și cum le introducea în viață.

Desigur, acum avem bomba atomică, care a demonstrat întregii omeniri ce forțe atinge explozia, atunci cînd materia trece în energie. Calcule simple arată că în cazul bombei atomice numai un singur gram de materie se transformă în energie iar în cazul bombei cu hidrogen — nu mai mult de un kilogram. Despre posibilitatea unui asemenea efect colosal, obținut prin trecerea

materiei în energie, nu o dată au vorbit Einstein, Langevin și alți fizicieni înaintați, dar nu puțini au fost și cei care nu au crezut în aceasta. E greu de imaginat o mai evidentă demonstrare a legii lui Einstein decît exploziile bombelor de la Hiroshima și Nagasaki. Și, cu toate acestea, primim și astăzi la redacția „Revistei de fizică experimentală și teoretică" articole care încearcă să nege justețea teoriei relativității.

În zilele noastre astfel de articole nici un sînt luate în considerare, fiind evident antiștiințifice. Acesta este un al doilea exemplu ce dovedește că Langevin, cu 50 de ani în urmă, a mers în fizică pe o cale justă și adevărată.

Al treilea caz care ilustrează atitudinea sa progresistă în fizică l-am observat personal. În 1924 l-am vizitat pe Langevin la Paris. Pe atunci era profesor la Collège de France. Cum am ajuns la el, mi-a spus, fără altă introducere : elevul meu, de Broglie, a făcut o lucrare remarcabilă, vreau ca el personal să v-o facă cunoscută. L-a chemat pe de Broglie și l-a rugat ca în prezența mea să vorbească despre natura ondulatorie a electronilor ; după cum se știe, această lucrare a devenit astăzi clasică. Atunci am văzut cît de cucerit era Langevin de această idee. Este pe deplin posibil ca fără sprijinul lui Langevin, de Broglie să nu-și fi susținut remarcabila idee cu curajul necesar pentru a o dezvolta și introduce în viață.

Faptul că această idee era privită în acel timp cu mare scepticism se poate ilustra prin următorul exemplu. Cînd m-am întors de la Paris la Cambridge, am povestit despre lucrarea lui de Broglie teoreticienilor de acolo. Pe atunci, Paul Dirac era încă student ; el frecventa cursul meu de magnetism ; se afla în prima bancă și eu nu bănuiam pe atunci că va deveni un mare savant, care va găsi expresiile matematice cele mai generale pentru ideile lui de Broglie. Principalul teoretician de la Cambridge era pe vremea aceea Fowler. Nici el, nici colegii lui nu au vrut să admită părerile lui de Broglie și să le ia în serios. Iar cînd am propus o expunere de seminar pe

această temă, mi s-a spus: „Nu ne vom pierde timpul cu aceasta". După un an sau doi, cînd Schrödinger a publicat lucrarea în care generaliza matematic ideile lui de Broglie și cînd a apărut ecuația lui Schrödinger, devenită astăzi clasică — în care arăta că tot ce a descoperit de Broglie nu este altceva decît valoarea proprie a funcțiilor în ecuații cunoscute — deja devenise limpede valoarea fundamentală a lucrărilor lui de Broglie.

Este foarte instructiv felul în care Schrödinger a creat ecuațiile. Pe atunci Schrödinger lucra cu Debye, care mi-a povestit în amănunt cum a ajuns Schrödinger la ecuațiile sale. Citind lucrarea lui de Broglie în „Comptes Rendus", Debye i-a propus lui Schrödinger să o expună la seminar. Schrödinger a răspuns aproximativ așa: „Despre un asemenea lucru absurd nu vreau să le vorbesc". Însă Debye, mai vîrstnic, a spus că trebuie totuși s-o facă. Lui Schrödinger nu i-a mai rămas decît să accepte și s-a hotărît să încerce prezentarea la seminar a ideilor lui de Broglie într-o formă matematică mai ușor de înțeles. Cînd a reușit să facă acest lucru, a ajuns la acele ecuații cu care a devenit celebru în toată lumea și care astăzi îi poartă numele.

Debye mi-a povestit că atunci cînd Schrödinger și-a expus lucrarea la seminar, el însuși nu-și dădea seama cît de mare era descoperirea pe care o făcuse. La acest seminar, Debye i-a spus: „Ați făcut o lucrare remarcabilă". Iar Schrödinger credea că a găsit numai un mijloc bun de a prezenta grupei de fizicieni lucrarea lui de Broglie, aceasta petrecîndu-se numai la doi ani după publicarea lucrării lui de Broglie. Langevin a înțeles de la început, înaintea tuturor, că în ideile lui de Broglie se află o fizică nouă. Acest exemplu arată încă o dată flerul său deosebit față de tot ce era progresist. În discuțiile mele cu Langevin m-a uimit întotdeauna modul larg în care privea ceea ce se petrece în știință; perspicacitatea sa nu putea fi decît admirată.

În domeniul activității sociale, Langevin a fost, de asemenea, un om progresist ca și în fizică.

Adesea vorbea cu mîndrie: „M-am născut în Montmartre". După cum se știe, aceasta este zona cea mai proletară a Parisului. Bunicul lui Langevin a fost un simplu lăcătuș, iar tatăl, inginer hotarnic. Langevin s-a născut în 1872 într-o familie destul de săracă. A terminat școala publică orășenească, apoi, cu ajutorul unei burse, a urmat studiile superioare. A fost un om plin de talent, un student strălucit. Apoi a devenit elevul lui Pierre Curie. Acesta l-a trimis la laboratorul Cavendish, unde Langevin a lucrat în aceeași încăpere cu Rutherford. În acei ani Cambridge-ul era centrul fizicii. Directorul laboratorului era pe atunci J. J. Thompson, ajuns celebru datorită descoperirii electronului. El a creat un nou domeniu de cercetare legat de trecerea electricității prin gaze, domeniu care, în acea vreme, deținea prioritatea în fizică, așa cum în ultimul timp o deține fizica nucleară[1].

La Cambridge, Langevin a efectuat prima sa lucrare experimentală și astfel și-a început cariera științifică. După aceea, timp de mulți ani, Langevin a întreținut relații de prietenie cu savanți englezi, îndeosebi cu Rutherford. Langevin era un om sociabil, atrăgător pentru oamenii de orice condiție și a avut prieteni pretutindeni. Întorcîndu-se la Paris, Langevin a început să lucreze la Collège de France unde, după maestrul său, Pierre Curie, a ocupat același post de profesor. De la primele sale lucrări în domeniul magnetismului, el a devenit unul dintre fizicienii de frunte ai Franței.

De asemenea și-a început activitatea politică de timpuriu, cam în perioada studenției. Începutul activității sale politice este legat de celebra afacere Dreyfus — acel proces rușinos declanșat de un grup antisemit, care poate fi considerat ca un precursor al fascismului. Pentru Dreyfus a inter-

[1] În cei 20 de ani scurși de la această expunere, fizica nucleară a cedat locul fizicii corpului solid și fizicii plasmei.

venit atunci Emile Zola, care a scris celebrul „J'accuse !"

Cînd Zola era urmărit, Langevin i-a luat apărarea. Aceasta a reprezentat debutul său social. Amintind adesea despre acest debut, Langevin spunea : „Da, acestea au fost timpuri bune, cînd de soarta unui singur om se putea interesa tot globul pămîntesc". După aceasta el a avut un şir întreg de manifestări politice, a căror enumerare vorbeşte de la sine.

Langevin s-a evidenţiat în 1920 la Paris, la mitingul din sala Wagram, cu o cuvîntare strălucită în apărarea marinarilor escadrei din Marea Neagră, care refuzaseră să lupte împotriva tinerei republici sovietice. Cu aceeaşi perspicacitate ca în ştiinţă, el a întrevăzut semnificaţia progresistă a revoluţiei noastre sociale şi s-a declarat pe dată susţinătorul ei.

În acelaşi an, în calitate de profesor la o instituţie de învăţămînt superior, el s-a pronunţat împotriva folosirii studenţilor ca spărgători de grevă în timpul grevei lucrătorilor din transporturile pariziene.

Împreună cu Romain Rolland şi cu Henri Barbusse, s-a pronunţat ferm împotriva fascismului. S-a manifestat, de asemenea, în favoarea lui Dimitrov în timpul procesului de la Leipzig. A fost cel mai activ apărător al lui Ernst Thälmann. A fost preşedinte la „Ligue des droits de l'homme" (Liga drepturilor omului). Era nu numai unul din liderii ei, ci şi unul dintre fondatori.

De nenumărate ori s-a manifestat în favoarea Republicii spaniole. În această prezentare se repetă mereu un cuvînt : s-a manifestat, s-a manifestat ; în spatele lui se ascunde însă o intensă activitate socială şi o imensă muncă organizatorică.

Langevin a condamnat cu tărie pactul de la München şi s-a pronunţat împotriva arestării a 27 de deputaţi comunişti la începutul războiului.

La izbucnirea războiului mi s-a dat posibilitatea să-i scriu lui Langevin şi să-i propun să vină în Uniunea Sovietică pe perioada războiului.

Cunoscînd ura fasciștilor față de Langevin, ne îngrijora soarta lui în Franța și trebuia, desigur, să-i dăm posibilitatea să vină în țara noastră, unde ar fi fost în siguranță și ar fi putut continua să lupte pentru Franța. Mi-a răspuns într-o scrisoare că ar veni cu plăcere în U.R.S.S. însă mai are de terminat o treabă : pe atunci în universitatea pariziană începuse mișcarea antisemită, iar Langevin conducea lupta împotriva ei ; pînă cînd această mișcare nu era lichidată, el nu se simțea îndreptățit să părăsească Parisul. Cînd a hotărît că poate pleca din Paris, era deja tîrziu ; guvernul hitlerist a refuzat să-i acorde trecerea prin Germania. Parisul fusese ocupat de armatele Germaniei. Langevin a fost arestat pe dată. A petrecut două luni în închisoare, apoi a fost trimis într-un orășel unde a găsit un post de profesor de fizică într-o școală medie de fete, pe care l-a ocupat jumătate din perioada războiului.

Toți membrii familiei lui Langevin erau oameni cu vederi progresiste, luptători împotriva fascismului. Fiica lui Langevin a fos arestată și dusă la Auschwitz, unde a fost deținută pînă la sfîrșitul războiului. Soțul ei, Solomon, un comunist cunoscut, a fost arestat și împușcat de germani. Langevin trebuia să părăsească Franța. Aceasta era o problemă dificilă, căci avea aproape 70 de ani. El a fugit în Elveția. S-a înscenat un grav accident de automobil, Langevin a fost pansat și, ca rănit, a fost dus pe brațe, peste munți. Aici, în Elveția, el a continuat, pe măsura forțelor sale, să participe la mișcarea de rezistență. Aflînd despre moartea prin împușcare a ginerelui său, el a trimis o scrisoare lui Duclos, în care îl ruga să fie primit în partidul comunist în locul lui Solomon. Astfel, începînd din 1942 și pînă la moartea sa, la 19 decembrie 1946, el a fost unul din membrii activi ai partidului comunist.

Cred că această scurtă enumerare a faptelor sale oferă un tablou revelator al activității politice și sociale a lui Langevin. Din această prezen-

tare se observă că nu a existat nici o acțiune progresistă în Europa și în Franța la care Langevin să nu fi participat activ. Au existat și alte domenii ale vieții sociale, în care Langevin s-a manifestat, ca de exemplu participarea sa activă la dezbaterea problemelor învățămîntului public. Odată, aflîndu-mă la Paris, i-am spus lui Langevin că trebuie să plec la Strasbourg pentru a ține niște prelegeri la universitatea de acolo. Langevin mi-a răspuns : „Foarte bine, plecăm împreună, și eu merg la Strasbourg, trebuie să țin acolo o conferință despre predarea limbii franceze în Alsacia". Am asistat la această prelegere, după cum și el a venit la a mea, și am ascultat cît de interesant a prezentat el problema predării limbii franceze în Alsacia. Era o problemă delicată, deoarece simpatiile populației se împărțeau între Franța și Germania. Langevin a dat dovadă de mult tact. Ascultîndu-l, am remarcat iscusința cu care și-a construit argumentația.

Acesta este, în rezumat, filmul activității sale. Omul care avea asemenea activități progresiste, atît în știință, cît și în domeniul vieții sociale, nu putea să nu exercite atracție, mai ales asupra tineretului.

Langevin era cu 20 de ani mai vîrstnic decît mine, însă, în ciuda acestei diferențe, comunicarea noastră era ușoară și simplă. Era un om deosebit de fermecător și se bucura de o mare dragoste din partea maselor largi ale francezilor. Părerea mea este că a fost iubit de toți. Nu cunosc pe cineva care să nu fi vorbit frumos despre dînsul. Chiar și cei cu opinii politice opuse îl respectau. Blîndețea, bunătatea excepțională și cordialitatea sa îi cucereau pe toți. Cu oricine, fie el prim-ministru sau student, se comporta la fel și ambii se simțeau în largul lor.

Ca ilustrare a aprecierii de care se bucura din partea tuturor, voi citi telegrama trimisă de Einstein la moartea lui Langevin Academiei pariziene. Aceasta este foarte scurtă și am ales-o nu pentru că e trimisă de Einstein, ci pentru că, după mine, este extrem de revelatoare, expri-

mînd, pe scurt, cine anume a fost Langevin : „Știrea morții lui Langevin m-a zguduit mai mult decît multe tragedii și dezamăgiri survenite în acești ani. Cît de puțini oameni ai unei generații reunesc într-înșii înțelegerea clară a esenței lucrurilor, cu simțirea adîncă a cerințelor cu adevărat umane și cu capacitatea de a acționa cu energie. Cînd un asemenea om ne părăsește, resimțim un vid sufletesc ce ni se pare insuportabil nouă, celor care rămînem !"

În concluzie, aș dori să amintesc o trăsătură neînsemnată a caracterului său, care îl face și mai fermecător și uman în ochii noștri. Avea o slăbiciune : îi plăcea vinul, dar nu în sensul vulgar al cuvîntului, ci îi plăcea aroma lui, apreciindu-l ca degustător. El afirma : „Vinul nu se bea, despre el se vorbește !" Lua cupa cu vin, o cumpănea în mînă, îi inspira parfumul, numea cu precizie anul producției și marca și indica recolta strugurilor, cu particularitățile ei. Era mîndru de această știință a sa. Acesta era, cum spun englezii, un hobby.

Odată, la Zürich, în timpul unei conferințe, am stat împreună cu el la o masă dintr-un restaurant. De fiecare dată alegea cu mare grijă cel mai rar vin și îmi ținea o prelegere despre acel vin. Cunoștințele sale despre vinuri nu erau ale unui amator. După cules producătorii francezi de vinuri îl invitau pentru a aprecia calitatea viitoare a vinurilor. El accepta invitația și era mîndru că părerea sa era ascultată de către producătorii burgunzi, dar și mai mîndru era de faptul că, odată, pe valea unui rîu din sudul Franței, degustînd, „a descoperit" o excelentă varietate nouă de vin. Astfel, dintr-un vin roșu oarecare, pe baza aprecierii sale, s-a obținut într-adevăr, un vin de calitate. Faptul că descoperise un nou vin de calitate îl bucurase sincer și se mîndrea cu aceasta. Nu pomenea despre teoria magnetismului, care era una din marile sale victorii, însă despre acest vin descoperit de el vorbea cu multă pasiune.

Aceasta a fost numai o scurtă descriere a activităţii şi portretul acestui remarcabil om progresist. Consider ca o mare fericire pentru mine faptul că am cunoscut şi am îndrăgit un asemenea om de excepţie.

ÎN MEMORIA LUI IVAN PETROVICI PAVLOV

Articol apărut în ziarul „Pravda"
1936

Un mare savant nu este totdeauna şi un mare om. Mărturiile contemporanilor ne arată că nu o dată oameni înzestraţi cu o minte genială şi care produc revoluţii în ştiinţă se dovedesc în viaţă spirite comune. Există puţini savanţi geniali, dar şi mai puţini sînt aceia care îmbină o minte genială cu o puternică personalitate umană. Ivan Petrovici Pavlov era una din aceste rare excepţii, lucru care i-a îndreptăţit să vorbească despre el nu numai pe fiziologi, ci şi pe toţi cei care l-au cunoscut.

Celebritatea lui Pavlov ca fondator al unui nou domeniu în fiziologie este imensă. Noi, fizicienii, cu greu putem aprecia profunzimea şi fineţea cercetărilor sale, însă acestea prezintă o latură care înrudeşte domeniile noastre de cunoş tinţe. În ştiinţa noastră cultivăm metode de măsurare cantitative, precise, considerîndu-le unul din cele mai importante mijloace de pătrundere în esenţa fenomenelor studiate. Multe domenii ale fiziologiei nu cunosc încă metodele măsurării exacte şi s-ar părea că domeniul de cercetare a activităţii nervoase superioare reprezintă un cîmp extrem de complicat şi neprielnic introducerii acestor metode. Pavlov însă a găsit metode obiective şi cantitative de măsurare şi apreciere a fe-

nomenelor psihice, iar aceasta este una din marile sale cuceriri ştiinţifice.

Captivantele studii şi expuneri ale lui Pavlov sînt accesibile nu numai specialiştilor în fiziologie ; nu puţini dintre noi le-au putut înţelege, verificînd pe ei înşişi justeţea generalizărilor şi deducţiilor sale în domeniul reflexologiei. Această deosebită vitalitate ştiinţifică a cercetărilor lui I. P. Pavlov trezeşte interesul faţă de lucrările sale, în cele mai largi cercuri ştiinţifice. I. P. Pavlov a fost celebru nu numai în ţara sa, ci şi în străinătate, însă deosebit de cunoscut s-a făcut în rîndurile intelectualităţii engleze. Aceasta se explică prin faptul că şcoala fiziologică engleză a fost dintotdeauna extrem de avansată şi a ştiut să-l aprecieze de la început. Lucrînd în Anglia, am putut să simt nemijlocit atmosfera de respect de care era înconjurat numele lui I. P. Pavlov. În această ţară, pe care a vizitat-o adesea, al cărei popor îi plăcea, el a fost mereu întîmpinat cu multă cordialitate, iertîndu-i-se chiar şi necunoaşterea limbii engleze. Înalta apreciere a meritelor sale ştiinţifice şi-a găsit expresia în faptul că i s-au acordat toate titlurile academice existente. A fost membru al aproape tuturor societăţilor ştiinţifice, posesor al tuturor medaliilor, doctor honoris causa al tuturor marilor universităţi. La Cambridge se povesteşte şi astăzi încă despre ceremonia solemnă prin care i s-a acordat distincţia onorifică a universităţii. Tradiţiile universitare nu admiteau în sala de şedinţe a „senatului" din Cambridge prezenţa studenţilor, astfel că ei au umplut galeriile, iar de acolo cineva a coborît cu o sfoară un dar studenţesc simbolic şi modest pentru Pavlov — un căţeluş împăiat, din cei folosiţi pentru experienţe. Acest neînsemnat dar l-a bucurat pe I. P. Pavlov, ca fiind un semn că lucrările sale devin un bun al auditoriilor studenţeşti. Iniţiatorul acestui gest era nepotul lui Charles Darwin care a devenit ulterior fizician cunoscut, profesor la universitatea din Edinburg. În îndelungaţii ani ai activităţii

sale științifice, I. P. Pavlov nu a reușit să stăpînească limbi străine, vorbind, numai puțin, germana. Dar exprimarea sa vie, foarte expresivă în intonații și gesturi, găsea înțelegere la ascultători de cele mai diferite naționalități. Întreaga sa manieră de expunere și vorbire releva natura sa expresivă, o individualitate strălucitoare, puternică și independentă. Această individualitate l-a și condus în întreaga sa activitate științifică. Prin aceasta se explică, poate, de ce acest mare savant a dat lucrările sale cele mai de seamă în jurul vîrstei de 40 de ani ; marea majoritate a oamenilor de știință își desăvîrșesc marile lor cercetări pînă la această vîrstă, iar dintre aceștia cunosc numai pe Faraday care și-a început marile descoperiri la aceeași vîrstă cu Pavlov. Aceasta s-ar putea explica prin aceea că naturile puternice preferă căile noi, celor deja străbătute. Se prea poate ca și Pavlov să fi consumat mulți ani pentru a deschide un drum nou în știință și pentru a-l transforma într-o cale largă, pe care să înainteze alții. Independența și consecvența lui Ivan Petrovici Pavlov au fost desigur cele mai puternice arme din arsenalul minții sale și i-au dat posibilitatea de a obține succese remarcabile în știință. Păstrîndu-și și apărîndu-și independența, el și-a putut continua cercetările. Această forță extraordinară, curajul și francheța cu care I. P. Pavlov își apăra părerile și convingerile pot servi drept exemplu nu numai savanților.

Puternica sa personalitate transpărea din primele cuvinte ale discuției. I. P. Pavlov nu se oprea la teme „ușoare", superficiale ; îi era organic străină orice comportare flegmatică, neglijentă sau indiferentă față de lumea înconjurătoare. In toate, de la cele mai complicate probleme ale activității sale și pînă la distracții, ca, de exemplu, jocul de cărți „popa-prostul", se releva caracterul pasionat și entuziast al unui om adevărat, care nu face nimic pe jumătate.

Pe I. P. Pavlov îl preocupau intens multe probleme ale vieții, în afară de cele pe care le

ridica activitatea sa ştiinţifică. Spre sfîrşitul vieţii, el vorbea de dorinţa de a mai trăi încă cel puţin 10 ani, pentru ca „să cunoască soarta teoriei sale despre reflexele condiţionate, soarta patriei şi viitorul nepoţelei sale". În discuţiile cu el se vădea atîta forţă, atîta claritate a minţii, încît se părea că este departe de moarte...

ALEKSANDR ALEKSANDROVICI FRIDMAN

Expunere la sesiunea Secţiei de ştiinţe fizico-matematice a Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., consacrată aniversării a 75 de ani de la naşterea lui A. A. Fridman

1963

Aleksandr Fridman este unul dintre cei mai renumiţi savanţi ai noştri. Dacă nu murea de tifos exantematic la vîrsta de 37 de ani, astăzi ar fi fost încă printre noi. Fără îndoială, ar fi realizat mult în fizică şi matematică şi ar fi dobîndit înalte titluri academice. A devenit profesor de timpuriu şi a fost foarte cunoscut pe plan mondial printre specialiştii în teoria relativităţii şi meteorologie. În anii '20, pe cînd mă aflam la Leningrad, am auzit adesea aprecieri la adresa lui, ale profesorilor Krutkov, Frederiks, Bursian, caracterizîndu-l ca pe un eminent om de ştiinţă.

Fridman a făcut una din cele mai însemnate descoperiri teoretice în astronomie: a prevăzut expansiunea universului. Din rezolvarea de către Fridman a ecuaţiilor cosmologice ale lui Einstein decurge posibilitatea schimbării în timp a razei curburii universului. Cîţiva ani mai tîrziu, după publicarea lucrării lui Fridman, astronomul american Hubble a descoperit distanţarea galaxiilor ca urmare a expansiunii universului. Astfel, Frid-

man a descoperit „din vîrful creionului" un fenomen uluitor, de dimensiuni cosmice.

În legătură cu aceasta, unii afirmă că Fridman însuşi nu prea credea în teoria sa, referindu-se la ea doar ca la o curiozitate matematică, sugerînd că treaba lui este să rezolve ecuaţii, iar analiza soluţiilor lor în sens fizic este treaba altor specialişti, a fizicienilor.

Această exprimare ironică a unui om spiritual la adresa propriilor sale lucrări nu poate modifica înalta noastră apreciere faţă de descoperirea sa. Chiar dacă Fridman nu a fost sigur că expansiunea universului, dedusă din ecuaţiile lui matematice, există în natură, aceasta nu diminuează cîtuşi de puţin meritul său ştiinţific. Să ne amintim, de exemplu, precizarea teoretică a pozitronului de către Dirac. Nici Dirac nu a crezut în existenţa reală a pozitronului şi s-a referit la calculele sale ca la nişte realizări strict matematice, utile doar descrierii unor procese. Însă pozitronul a fost descoperit şi Dirac a devenit profet fără s-o bănuiască. Nimeni nu încearcă să diminueze contribuţia lui în ştiinţă din cauză că el însuşi nu a crezut în profeţia sa.

Mai tîrziu, Dirac a prezis existenţa polilor magnetici singulari, care nu au fost descoperiţi, deşi un timp Fermi a crezut în existenţa lor reală. Nu se ştie dacă el era sigur că aceştia vor fi descoperiţi. Dar dacă aceasta se va întîmpla, savanţii îi vor recunoaşte lui Dirac paternitatea cuvenită.

Fridman nu a trăit pînă la confirmarea calculelor sale prin observaţii directe, însă astăzi ştim că a avut dreptate şi sîntem obligaţi să dăm o apreciere justă descoperirii remarcabile a acestui savant.

Numele lui Fridman a rămas pînă astăzi acoperit de o nemeritată uitare. Aşa ceva nu e drept şi trebuie corectat. Sîntem datori să eternizăm acest nume. Căci Fridman este unul dintre pionierii fizicii sovietice, savantul care a adus mari contribuţii la ştiinţa sovietică şi mondială.

LEV DAVIDOVICI LANDAU

Articol destinat Culegerii de biografii a membrilor Societății regale din Londra

1969

Lev Davidovici Landau s-a născut la 22 ianuarie 1908 în orașul Baku, pe vremea aceea principalul centru al exploatărilor petroliere din Rusia. Tatăl lui Landau era inginer și lucra în industria petrolieră ; mama sa era medic și se ocupa, de asemenea, cu cercetări științifice în fiziologie. Familia a avut doi copii : în afară de Lev — fiica mai mare, Sofia, care a devenit mai tîrziu inginer chimist.

Această familie era înstărită, iar Landau și-a început studiile direct la liceu. Capacitățile sale excepționale s-au manifestat foarte de timpuriu și el a terminat școala medie la 13 ani. O asemenea vîrstă fragedă nu i-a permis să se înscrie la universitate și de aceea părinții l-au înscris la o școală tehnică, unde timp de un an a studiat științele economice. Aptitudinile matematice ale lui Landau s-au evidențiat tot de timpuriu ; la 13 ani stăpînea deja calculul integral și diferențial. S-a înscris la universitatea din Baku în 1922, frecventînd simultan două facultăți, chimia și fizica. A studiat aici doar doi ani, deoarece în 1924 s-a înscris la secția de fizică a universității din Leningrad. Această universitate, alături de cea din Moscova, era una din cele mai bune din Rusia acelor timpuri. A terminat-o în 1927, fiind admis în rîndul aspiranților cu un an înainte de absolvire. În 1926 și-a publicat prima sa lucrare științifică : „Asupra teoriei spectrelor moleculelor biatomice". Această lucrare, concepută la 18 ani, scotea la iveală un savant deja matur, iar conținutul lucrării se referea la problema frînării în mecanica ondulatorie. În această lucrare s-a realizat pentru prima oară descrierea stării sistemelor cu ajutorul matricei de densitate.

În acești ani țara resimțea încă grelele urmări ale războiului, terminat cu revoluția din 1917, precum și cele ale anilor și mai grei ai intervenției străine și războiului civil. Restabilirea vieții normale era abia la început. În ciuda situației economice dificile și a ruinei generale, viața științifică a țării începuse să se dezvolte cu repeziciune. Aceasta se petrecea nu numai în universități, ci și în instituțiile de cercetare științifică care apăreau pentru prima dată în Rusia. Această dezvoltare a științei se datora în principal forțelor tinere, formate după revoluție. În acel timp, la Leningrad existau numai doi mari savanți fizicieni din vechea generație, care au influențat dezvoltarea științei — D. S. Rojdestvenski și A. F. Ioffe. Ambii erau experimentatori. Rojdestvenski este cunoscut prin lucrările sale în domeniul spectroscopiei și opticii. Ioffe a fost elevul lui Roentgen și s-a făcut cunoscut în domeniul fizicii corpului solid.

Pe atunci în fizica teoretică nu existau savanți proeminenți, capabili să creeze o școală proprie în Rusia. Însă, datorită unei întîmplări fericite, timp de cinci ani înainte de război, la Petersburg a locuit și a lucrat P. S. Ehrenfest. De origine austriacă, el a fost după aceea invitat la universitatea din Leyda, unde a ocupat catedra rămasă vacantă în urma retragerii lui Lorentz. În anii șederii sale în Rusia, Ehrenfest a format cîțiva elevi capabili, cunoscuți încă de pe atunci prin lucrările lor teoretice, printre alții aflîndu-se V. R. Bursian, G. G. Veihard, I. A. Krutkov, V. K. Frederiks. Pe vremea cînd Landau frecventa universitatea din Leningrad, acești tineri predau fizica teoretică. Spre deosebire de fizica teoretică, matematica din universitate se afla în mîinile unor savanți renumiți, ca V. A. Steklov, A. A. Markov — continuatori ai școlii lui Cerbîșev.

Astfel, pe cînd Landau frecventa universitatea, lucrările științifice în domeniul fizicii teoretice erau în faza de început, iar fizicienii teoreticieni, lipsiți de un conducător proeminent, se

formau unii pe alții, prin emulație și colaborare în cadrul seminariilor. De aceea, în această perioadă toți tinerii savanți simțeau necesitatea de a călători în străinătate, pentru a participa la activitatea centrelor științifice recunoscute și pentru a contacta savanți iluștri ai Apusului. Pentru un fizician teoretician, aceste centre erau reprezentate pe atunci de școala lui Bohr din Copenhaga, a lui Debye de la Zürich, a lui Sommerfeld de la München și a lui Ehrenfest de la Leyda.

În 1929 Landau pleacă prima oară în străinătate, unde rămîne timp de un an și jumătate. Această călătorie a fost extrem de fructuoasă pentru el, în special vizita la N. Bohr, în Danemarca. Excepționalul talent de mentor al lui Bohr, farmecul lui ca om și savant l-au cucerit pe Landau. În ciuda comportamentului repezit și extravagant al lui Landau, Bohr a întrevăzut totuși, de îndată, în acesta nu numai talentatul om de știință, ci și omul cu mari calități sufletești. Landau îl considera pe Bohr ca pe unicul său maestru în fizica teoretică. Eu cred că de la Bohr, Landau a învățat și modul în care trebuie instruit și educat tineretul. Exemplul lui Bohr a contribuit cu siguranță la succesul marii școli de fizică teoretică, creată ulterior de Landau în Uniunea Sovietică.

Landau a întreținut o prietenie sinceră și caldă cu Bohr și cu întreaga sa familie, pînă la sfîrșitul vieții sale. El a vizitat Copenhaga în 1933 și 1934 și a petrecut mult timp cu Bohr atunci cînd acesta din urmă a vizitat Uniunea Sovietică, în 1934, 1937 și 1961. În timpul ședерii în străinătate, Landau a realizat lucrarea sa în domeniul diamagnetismului gazului electronic și (împreună cu R. Peierls) lucrarea în domeniul mecanicii cuantice relativiste, care a căpătat o largă notorietate.

În 1931 el s-a reîntors la Leningrad, la Institutul de fizică tehnică, fondat de Ioffe, imediat după revoluție, care era la vremea aceea cel mai mare institut de fizică din U.R.S.S. În 13 ani de existență, acest institut se dezvoltase, generînd

pe întreg cuprinsul Uniunii Sovietice alte centre științifice. Existau deja trei: la Tomsk, la Sverdlovsk și la Harkov, pe atunci capitala Ucrainei. La Harkov, Institutul de fizică tehnică era organizat și condus de I. V. Obreimov. Tematica de bază a institutului era fizica corpului solid și a temperaturilor joase. În 1932 Landau vine la Harkov, unde lucrează în cadrul acestui institut timp de 5 ani. Aici, la Harkov, capătă amploare activitatea sa științifică și pedagogică. Sub îndrumarea sa se dezvoltă rapid secția teoretică a institutului. El este titularul catedrei de fizică teoretică a facultății de fizică și mecanică din Institutul de mecanică și construcții de mașini, și, începînd din 1935, al Catedrei de fizică generală a universității.

În perioada șederii sale la Harkov, Landau a realizat o serie de lucrări fundamentale: teoria tranzițiilor de fază de ordinul doi, ecuația cinetică în cazul interacțiunii coulombiene a particulelor, teoria stării intermediare la supraconductibilitate și un număr de alte lucrări, ce acoperă frontul larg al fizicii teoretice. Aceste lucrări ale lui Landau și ale discipolilor săi au făcut din Harkov în acești ani centrul fizicii teoretice din U.R.S.S. Tot acolo au avut loc și conferințe cu participare internațională.

În 1935 a fost înființat la Moscova Institutul de probleme fizice, pentru ca eu să pot continua acolo cercetările pe care le începusem la Cambridge, și, datorită amabilității lui Rutherford, am putut aduce utilajul laboratorului meu din Mondow, astfel că, după o întrerupere de trei ani, am putut să-mi reiau cercetările din domeniul cîmpurilor magnetice de mare intensitate. După ce Institutul pentru problemele fizicii și-a început activitatea științifică, în 1937 a sosit aici, venind de la Harkov, Landau, iar un an mai tîrziu și discipolul și prietenul său apropiat, coautor al manualului de fizcă teoretică, E. M. Lifșiț.

Aici, Landau a creat secția de fizică teoretică și a organizat seminarii de fizică teoretică cu participare din întreaga capitală. În 1937 Lan-

dau s-a căsătorit cu K. T. Drobanțeva, inginer în industria alimentară. La acest institut Landau a lucrat pînă la sfîrșitul vieții sale. Numai în 1938 apare o întrerupere de un an în activitatea sa. Din 1941 pînă în 1943, din cauza războiului, institutul, împreună cu grupul colaboratorilor de bază, inclusiv Landau, a fost evacuat în orașul Kazan. După reîntoarcerea la Moscova, Landau a continuat să activeze în acest institut și a locuit în perimetrul acestuia pînă la sfîrșitul vieții. Începînd din 1941 el și-a reluat și activitatea pedagogică, în cadrul facultăților de fizică tehnică și de fizică din universitatea moscovită. În 1946 i se naște un fiu, Igor, care astăzi lucrează în același institut ; el este un fizician începător, însă, spre deosebire de tatăl său, este un experimentator.

La 7 ianuarie 1962 Landau a fost victima unui accident de automobil. Pe o șosea cu polei, mașina în care se afla s-a ciocnit cu un camion. Dintre toți pasagerii, numai Landau a fost grav accidentat. El a suferit o fractură craniană, o fractură a coastelor și o fractură a bazinului. Timp de șase săptămîni, Landau a zăcut fără cunoștință și, de cîteva ori, doctorii l-au considerat pierdut. La salvarea vieții lui Landau au participat unii dintre cei mai vestiți medici din diferite țări. Astfel, din Canada a sosit la Moscova Penfield, membru al Societății regale din Londra, eminent neurochirurg. După ce Landau și-a recăpătat luciditatea, capacitățile sale mintale s-au restabilit foarte încet și nu și-a mai putut relua niciodată activitatea științifică. Ultimii șase ani a continuat să fie conducătorul secției teoretice a institutului doar formal. Nici starea sa fizică nu s-a restabilit pe deplin, astfel că el a murit la 1 aprilie 1968, în urma unei grele operații, datorită unui blocaj intestinal.

Încă din tinerețe, întreaga forță spirituală a lui Landau a fost consacrată activității științifice. Stilul său de muncă era foarte original. Particularitatea principală a acestuia consta în faptul că lucrările sale personale cu greu puteau fi se-

parate de lucrările ştiinţifice elaborate împreună cu discipolii săi. Nu reuşesc să-mi imaginez cum a putut lucra Landau cu atîta succes, în atît de multe domenii ale fizicii, împreună cu elevii săi. Această activitate se realiza prin discuţii neîntrerupte şi seminarii regulate, la care Landau însuşi era unul dintre participanţii cei mai activi, luînd adesea cuvîntul şi susţinînd referate. Referatele sale, spre deosebire de cele ale majorităţii fizicienilor teoreticieni, erau scurte, expuse cu claritate şi posedînd o concepţie de înalt nivel. La fel de precise şi clare erau şi observaţiile sale critice asupra referatelor la seminarii şi conferinţe. Totodată, Landau nu pierdea ocazia de a releva cu pertinenţă greşelile referatului. Pe cînd era tînăr şi proceda la fel cu profesori venerabili, şi-a făcut mulţi duşmani în înaltul mediu academic, iar dacă nu ar fi posedat marele său talent şi credinţa sa în ştiinţă, cariera sa ar fi avut mult de suferit.

Între Landau şi discipolii săi se stabileau cele mai bune relaţii şi nu se foloseau formule oficiale. Se putea rîde şi glumi pe seama lui Landau, tot aşa cum îi plăcea şi lui să facă cu alţii.

Nu era uşor să intri în şcoala lui Landau. Pentru aceasta era necesar să treci o serie de examene speciale, a căror programă era alcătuită de Landau personal. La aceste examene figurau nu numai mecanica şi fizica teoretică, ci şi matematica, în felul în care este ea necesară fizicii teoretice. Examenele se dădeau pe capitole şi puteau dura chiar mai multe luni. Landau denumea această programă de examen „Minimum teoretic" şi considera că a stabilit acel minim de cunoştinţe cu care un savant poate începe să se ocupe cu succes de fizica teoretică. Mulţi nu au reuşit să ia acest examen, astfel că în toată această perioadă l-au trecut circa patruzeci de candidaţi. Acestora, Landau le acorda cu generozitate tot timpul său, lăsîndu-le o mare libertate în alegerea temelor, şi le publica lucrările sub numele lor.

Dar şi Landau însuşi primea mult din partea discipolilor săi. Una din particularităţile acti-

vitații sale științifice consta în aceea că el nu citea personal literatură științifică, ci o citeau elevii săi, care i-o povesteau apoi lui. De obicei Landau se interesa numai de ideea de bază a noii lucrări. Dacă aceasta îl interesa, el făcea singur calculele matematice, adesea pe o cale diferită de cea a autorului. Această metodă de lucru a lui Landau făcea ca el să pătrundă foarte adînc în fizica teoretică contemporană lui.

Dorința de a transmite altora cunoștințele sale, îndeosebi discipolilor săi, i-a sugerat încă din Harkov ideea unui manual de fizică teoretică, care a devenit astăzi cursul cunoscut, în mai multe volume, scris de Landau și Lifșiț. Landau nu ar fi putut scrie singur un asemenea manual; deși el a fost un vorbitor excepțional, lucrările sale științifice erau prost întocmite în scris. Printre fizicienii tineri din Harkovul acelor ani au existat doi frați: Evghenii și Ilia Mihailovici Lifșiț. Ambii erau talentați fizicieni începători, posedînd o largă cunoaștere a fizicii teoretice. Fratele mai mare, Evghenii Mihailovici, poseda și o deosebită aptitudine pentru expunerea într-o formă literară clară a tematicii științifice. Viața a arătat că Lifșiț și Landau se completau foarte bine unul pe celălalt, în munca de redactare a manualului de fizică teoretică. În afară de aceasta, îi lega o mare prietenie, care s-a păstrat în decursul întregii activități științifice a lui Landau. Manualul de fizică teoretică a început să fie redactat la Harkov în 1935, el servind drept material la examenul de fizică teoretică, care la început se dădea după conspectele prelegerilor lui Landau ținute în fața colaboratorilor științifici de la Institutul de fizică tehnică din Harkov.

Acest manual a început să fie editat cu adevărat începînd cu 1938. Primul tom cuprindea „Fizica statistică". Tomul următor, „Mecanica", a fost editat în 1940. În 1941, „Teoria cîmpului", în 1944, „Hidrodinamica" și „Teoria elasticității", în 1948, „Mecanica cuantică", în 1956, „Electrodinamica mediilor continue". Fiecare tom a

fost reeditat de cîteva ori și de fiecare dată a fost revizuit pînă la cuprinderea integrală a fizicii teoretice actuale. Pentru a duce acest manual pînă în faza în care să cuprindă integral fizica teoretică modernă, autorii intenționau să scrie încă două volume: „Teoria cuantică relativistă" și „Cinetica fizică". Moartea prematură a lui Landau a împiedicat realizarea acestui proiect. Aceste volume vor fi redactate de Lifșiț împreună cu Pitaevski, elevul lui Landau. Astfel vor fi terminate cele nouă tomuri ale Manualului de fizică teoretică. Importanța acestui manual unic pentru dezvoltarea fizicii contemporane se poate aprecia prin faptul că astăzi el este deja tradus în nouă limbi și a fost editat în Anglia, S.U.A., R.D.G., Spania, România, Polonia, Iugoslavia, Japonia, și China. Calitatea deosebită a acestui manual constă în aceea că el este folositor atît cercetătorului științific, cît și studentului. Eu cred că meritul principal se datorează faptului că conținutul lui este strîns legat de cerințele fizicii moderne, teoria expusă nefiind ruptă de problemele experimentale. De aceea și fizicianul experimentator găsește aici teoria, expusă așa cum îi este necesară pentru interpretarea datelor experimentale. Această calitate a manualului nu este întîmplătoare, ea reprezintă consecința faptului că Landau a nutrit întotdeauna un viu interes pentru experiment. El lua cunoștință cu plăcere de rezultatele experimentelor, discutînd însemnătatea lor teoretică.

În munca sa științifică el simțea organic necesitatea legăturii teoriei cu experimentul. Experimentatorilor le plăcea la rîndul lor să-și discute cu Landau rezultatele, iar aceasta ajuta fără îndoială dezvoltarea în institut a dezbaterilor științifice sănătoase.

Cît de mult prețuia Landau această legătură cu experimentul, se poate vedea din următoarele. De mai multe ori i-am spus că, la noi în institut, secția teoretică condusă de el este mică — ceva mai mult de zece lucrători și aspiranți științifici — și nu vedeam nici o piedică pentru ca, în cadrul Academiei de Științe, să fie creat un mare insti-

tut special de fizică teoretică, pentru Landau, de proporțiile dorite de dînsul ; el însă nu numai că declina mereu aceste propuneri, dar refuza chiar să le discute. El afirma că nu-i sînt necesare dimensiunile mari și că se simte foarte fericit ca membru al colectivului institutului nostru, cu specific experimental.

În calitate de membru al institutului, el participa la viața acestuia, frecventa cu regularitate toate ședințele științifice și dovedea un mare interes față de toate evenimentele ce au loc totdeauna în viața colectivului unei instituții științifice.

Ca om de știință, el lucra cu multă conștiinciozitate, cu o mare pasiune și cu mult temperament. Principala sa forță ca om de știință stătea în gîndirea precisă și concret-logică, susținută de o foarte largă erudiție. O asemenea abordare științifică nu-l împiedica însă să vadă și latura estetică a muncii de cercetare, care îl conducea la o tratare emoțională nu numai în aprecierea succeselor științifice, ci și a savanților înșiși. Relatînd despre munca științifică și oamenii de știință, Landau a fost totdeauna gata să dea o apreciere proprie, care era de obicei ascuțită și precis formulată. Landau era spiritual mai ales în aprecierile sale negative. Asemenea aprecieri se răspîndeau repede, ajungînd în cele din urmă pînă la obiectul lor. Desigur, aceasta complica relațiile sale cu oamenii, îndeosebi cînd obiectul criticii sale ocupa o funcție de răspundere în mediul academic.

Landau era un om foarte cultivat. El stăpînea bine limbile engleză și germană, citea liber în franceză. Consuma multă literatură beletristică. Se interesa larg de toate artele, în afară de muzică, care îl lăsa rece. Discuțiile cu el asupra acestor teme erau foarte interesante, întrucît și aici avea păreri clare și originale. Îi plăcea să-și exprime aprecierile prin note. Judecățile sale erau întotdeauna subiective și nu-i erau străine para-

doxurile spirituale. Landau se interesa de politică, unde avea opinii progresiste, dar și în acest domeniu părerile sale aveau un caracter precis, descriind în mod obișnuit evenimentele fie numai în culori închise, fie numai deschise ; nuanțele intermediare îi lipseau.

Refuzul oricărui compromis, atributul oricărui mare savant în activitatea științifică, se extinde în cazul lui Landau și asupra relațiilor umane, dar cei care îl cunoșteau mai îndeaproape știau că în spatele acestei asprimi a opiniilor se ascundea un om foarte bun și sensibil, gata totdeauna să-l ajute pe cel nedreptățit.

Cunoscuții săi din tinerețe povesteau că, pe atunci, el era foarte timid, temîndu-se chiar de societate și orice comunicare cu oamenii necesita mari eforturi de voință din partea lui. Cu vîrsta, probabil că această timiditate a trecut, dar capacitatea sa de adaptare la societate nu s-a dezvoltat niciodată. Numai excepționalul talent al personalității sale îi atrăgea pe oameni și, pe măsură ce se apropiau de el, începeau să-l îndrăgească, descoperind o mare satisfacție în comunicarea cu el.

Cel mai mult resimt pierderea lui Landau numeroșii săi discipoli, care nutreau față de el o mare dragoste și un mare respect. În institutul nostru toți colaboratorii îl îndrăgeau, iar pierderea lui este profund resimțită de întregul colectiv.

Recunoașterea meritelor sale științifice a fost marcată de o serie de distincții academice, atît în U.R.S.S. cît și în străinătate. Landau a fost ales membru activ al Academiei de Științe a U.R.S.S. în 1946. De trei ori i s-a decernat Premiul de Stat (în 1946, 1949 și 1953) și Premiul Lenin, în 1962. Atît pentru activitatea sa științifică, cît și pentru îndeplinirea unor însărcinări pe linie de stat, el a primit titlul de Erou al Muncii Socialiste (1954) și a fost recompensat de două ori cu Ordinul Lenin și cu alte diferite ordine.

El a fost membru din străinătate al Societății regale din Londra, al academiilor Danemarcei, Olandei, S.U.A. și al altor societăți științifice. În 1962 i s-a decernat Premiul Nobel pentru pionierat în cercetările asupra teoriei stării condensate, îndeosebi a heliului lichid. I s-a acordat, de asemenea, medalia Max Planck (R.F.G., 1961) și premiul F. London (1961) în S.U.A.

VI

O MISIUNE A ÎNTREGII OMENIRI PROGRESISTE

(Polemica cu Bertrand Russel)

Articol apărut în revista „Novoe vremea"

1956

Experţii militari apreciază că distrugerile pe care le poate provoca explozia unei bombe termonucleare sînt, cantitativ, atît de mari în comparaţie cu cele provocate de oricare dintre vechile arme de distrugere în masă, încît războiul atomic capătă, calitativ, un cu totul alt caracter comparativ cu războaiele „clasice".

Este în afară de orice îndoială că dacă va izbucni un război atomic, atunci pierderile şi nenorocirile pe care el le va pricinui oamenilor atît din ţările beligerante, cît şi din cele neutre, vor fi atît de mari, încît ele nu vor putea fi comparate cu nici una dintre cele mai înspăimîntătoare catastrofe naturale care s-au abătut vreodată asupra popoarelor. Iată de ce întreaga omenire progresistă nu trebuie să-şi precupeţească forţele şi energia pentru a lupta împotriva izbucnirii unui război atomic.

În ultimii ani, Bertrand Russel combate cu multă energie în această direcţie. Eu am o deosebită simpatie pentru această activitate. Nu se poate ca marea autoritate a savantului şi filozofului Russel să nu exercite o influenţă deosebită în cadrul luptei pentru preîntîmpinarea războiului atomic.

Ca om de știință care nu activez în domeniul fizicii nucleare și nici în direcția utilizărilor sale (deși deseori în presa străină mi se atribuie, complet eronat, o asemenea activitate), aș dori să-mi aduc la rîndul meu contribuția la rezolvarea acestei probleme a preîntîmpinării războiului atomic. De aceea, am primit cu plăcere propunerea redacției revistei „Novoe vremea" de a-mi spune părerea asupra articolului lui Bertrand Russel.

Găsirea măsurilor de ordin social și de competența guvernelor capabile să pună la adăpost omenirea împotriva pericolului războiului atomic reprezintă o sarcină deosebit de dificilă. Calea pentru rezolvarea ei cu succes poate fi găsită doar într-o dezbatere liberă și deschisă, într-un cadru internațional larg. Rezolvarea ei este complicată de faptul că aici nu sînt implicate numai aspecte științifice, ci și politice și sociale. Iată de ce o asemenea activitate reclamă o colaborare strînsă a oamenilor de știință și a activiștilor pe tărîm social. Din păcate, o asemenea colaborare încă nu a intrat în tradiția rezolvării problemelor de stat. Părerea mea este că, în cazul de față, oamenii de știință nu trebuie să se limiteze la aspectele științifice ale chestiunii, ci este neapărat necesar să se implice și în aspectele de ordin politic și social. Nu trebuie să ne temem că ne vom manifesta întrucîtva în aceste aspecte ca niște diletanți, deoarece sînt extrem de puțini aceia care ar putea stăpîni toate laturile unei atît de complexe probleme.

În căutarea răspunsului la problemele care se ridică, oamenii de știință trebuie, înainte de toate, să precizeze care vor fi urmările distrugerilor provocate de utilizarea armamentului nuclear. Puterea de distrugere a bombelor de orice tip lansate asupra obiectivelor militare, ca și civile, poate fi stabilită cu precizie. Oricît ar fi acestea de mari, judecînd după experiența războaielor anterioare, în decurs de o generație, o țară poate să-și refacă baza materială necesară pentru desfășurarea unei vieți normale. Dar marea amenințare a armamentului nuclear o constituie urmările

nemaipomenit de periculoase pentru oameni ale contaminării atmosferei cu substanţe radioactive, care cad apoi, încet, pe pămînt.

Sînt de mult cunoscute efectele atît de grele şi de diverse ale contaminării radioactive. Cu toate acestea, este foarte greu şi poate chiar imposibil să prevedem cu exactitate efectele biologice ale unui război atomic asupra speciei umane. Biologia actuală îşi bazează concluziile pe nişte date empirice, obţinute din prelucrarea statistică a observaţiilor clinice. Acest volum de informaţii experimentale, în ceea ce îi priveşte pe oameni, este extrem de redus şi, de aceea, este greu să se poată face pe baza lui generalizări statistice întemeiate. Din aceste motive va mai trece încă multă vreme pînă cînd se vor clarifica satisfăcător asemenea aspecte importante, cum sînt capacitatea organismului de a se adapta la radiaţii sau posibilităţile mijloacelor de vindecare pentru apărarea oamenilor împotriva radiaţiilor.

Cu atît mai greu va fi să se determine efectele dăunătoare ale radiaţiilor asupra eredităţii, măsura în care ele pot duce la degenerarea speciei. După aprecierile existente în literatura ştiinţifică, putem trage concluzia că majoritatea savanţilor este de părere că contaminarea atmosferei nu va duce la încetarea vieţii pe Pămînt, chiar şi în urma celui mai puternic război atomic. Totodată, nu trebuie să uităm, după cum ne arată istoria, că pînă şi în cazul epidemiilor provocate de cele mai îngrozitoare boli, au existat persoane cu imunitate naturală, care n-au murit şi nici nu şi-au pierdut capacitatea de a procrea.

Iată pentru ce ar fi neverosimil să afirmăm că este suficientă frica de urmările grele ale unui război atomic pentru a împiedica apariţia unor oameni cu mentalitatea şi cu profilul moral al lui Hitler, care, pentru înfăptuirea planurilor sale agresive, ar fi fost în stare să-şi determine supuşii să nu ţină seama de grozăviile unui asemenea război.

În lupta pentru preîntîmpinarea războiului atomic trebuie, de asemenea, să ţinem seama şi de

eventualitatea că s-ar putea descoperi şi un mod corespunzător de apărare împotriva armei atomice. Dacă această realizare va aparţine unei ţări cu intenţii agresive, atunci ea, simţindu-se singura apărată împotriva acţiunii directe a armamentului nuclear, ar putea dezlănţui cu mult mai mare uşurinţă un asemenea război atomic. De aici şi însemnătatea cercetărilor oamenilor de ştiinţă pentru a răspunde la întrebarea dacă este posibilă o protecţie eficace împotriva armamentului nuclear.

Istoria ne mai arată că fiecare nouă armă de atac a dus la apariţia unei noi arme, corespunzătoare, de apărare. Este greu să presupunem că arma nucleară va face excepţie de la această regulă. Fără discuţie, în diferite ţări inginerii şi oamenii de ştiinţă lucrează insistent în această direcţie şi chiar dacă rezultatele nu se aduc la cunoştinţa publică, se pot totuşi face unele supoziţii asupra unor asemenea perspective.

În prezent se consideră că singurul mijloc de apărare constă în a stăvili accesul la proiectile-rachetă cu focos nuclear. Am putea oare afirma că nu se poate găsi nici un mijloc de interzicere a accesului acestor proiectile pe un teritoriu oarecare? Întemeindu-mă pe stadiul actual al ştiinţei, eu consider că nu se poate elimina posibilitatea de a găsi un asemenea mijloc, chiar dacă descoperirea lui reprezintă o problemă de extremă complexitate tehnico-ştiinţifică, care nu are o soluţie evidentă sau general acceptată. În cazul în care va fi găsită soluţia, după toate posibilităţile ea se va baza pe fenomene ale naturii prea puţin cunoscute deocamdată, sau poate chiar încă necunoscute. Mai mult, este sigur şi că un asemenea mijloc de apărare trebuie să fie legat de anumite procese de mare energie, a căror realizare va necesita consumuri mari de resurse materiale. Ca urmare, va fi greu ca asemenea cercetări să fie ascunse de ochiul „vigilent" al vecinilor.

Dacă vreuna dintre ţările înclinate către o politică externă „de pe poziţii de forţă" ar desco-

peri prima mijlocul de apărare eficace împotriva armei nucleare, aceasta ar putea, din acel moment, să „uite" anumite angajamente anterioare. Ea ar putea fie să declanşeze războiul atomic, fie să-şi folosească avantajul cîştigat pentru a impune voinţa sa altora.

De aceea este nevoie ca la încheierea unor tratate internaţionale care să aibă drept scop preîntîmpinarea unui război atomic, să se ia în considerare şi posibilitatea descoperirii mijloacelor eficace de apărare. În acest caz în tratate trebuie să se prevadă obligaţia de informare reciprocă asupra stadiului cercetărilor cu privire la mijloacele de apărare, oricît s-ar complica prin aceasta sistemul de control asupra îndeplinirii prevederilor acordului.

Bineînţeles, Bertrand Russel are întru totul dreptate cînd afirmă că cel mai sigur mijloc de preîntîmpinare a războiului atomic este preîntîmpinarea războiului în general. Ca fundament al luptei pentru pace există acel sentiment firesc al maselor largi muncitoare de repulsie faţă de război şi de năzuinţă spre pace. În acest context, fiecare este dator să susţină activitatea partizanilor păcii din toate ţările, care stimulează, uneşte şi organizează această tendinţă generală spre pace şi pentru preîntîmpinarea izbucnirii unui nou război. Din păcate, acest gen de activitate nu poate singură să determine definitiv şi sigur preîntîmpinarea războiului între ţări. Desigur, elementul emoţional joacă în istoria omenirii un rol important, dar nu hotărîtor.

Mai sîntem datori să nu uităm că războaiele sînt de multe ori un fenomen repetitiv, care prezintă conexiuni legice cu procesele sociale. Factorii care condiţionează izbucnirea unui război se pretează la o analiză ştiinţifică, pot fi puşi în evidenţă. Sarcina de bază a oamenilor de ştiinţă constă în studierea acestor factori, pentru ca, pe această cale, să se găsească măsurile pentru prevenirea izbucnirii unui război. Sarcina fundamentală a activiştilor pe tărîm social va fi de a transpune în viaţă, cu energie, aceste măsuri.

De aceea, punerea în lumină şi extirparea din rădăcini a acelor factori sociali de diverse genuri care constituie cauza izbucnirii războaielor, trebuie să fie considerată sarcina de bază în lupta pentru preîntîmpinarea războiului atomic. Un asemenea proces de eliminare a acestor factori are loc, bineînţeles, şi în prezent dar, ca orice proces social, condiţionat de acţiunea coordonată a unui număr foarte mare de oameni, se desfăşoară foarte încet.

Ca urmare, persistă pericolul ca acest proces de însănătoşire, prin dezvoltarea raporturilor paşnice între ţări să fie întrerupt de izbucnirea neaşteptată a unui război. Deci, cu toată imperfecţiunea formelor de control, măsurile pentru interzicerea experimentelor cu bombele nucleare, pentru interzicerea producerii şi utilizării lor şi orice alte înţelegeri din domeniul dezarmării trebuie salutate şi susţinute în fiecare caz. Indiscutabil, în etapa respectivă, ele vor reprezenta, pe plan internaţional, acţiuni fundamentale ale guvernelor, care vor frîna izbucnirea războiului.

Pe temeiul celor arătate pînă acum, eu nu pot fi de acord cu critica adusă de Bertrand Russel la adresa propunerilor de interzicere a armelor nucleare şi i-aş aminti în acest scop zicala — „mai binele este duşmanul binelui".

FILOZOFIA ŞI LUPTA IDEOLOGICĂ

Extras din intervenţia rostită la şedinţa Prezidiului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

1969

Am ascultat cu interes raportul prezentat de I. T. Frolov asupra perspectivelor activităţii revistei „Voprosî filosofii" (Probleme ale filozo-

fiei), dat fiind că el pune, la timpul potrivit, problema dezvoltării în viitor a concepției despre lume și viață care stă la temelia construirii societății noastre socialiste. După opinia mea, în cadrul Academiei de Științe noi acordăm prea puțină importanță acestor probleme filozofice ale lumii contemporane.

Bineînțeles, un istoric al vremurilor viitoare va considera secolul nostru ca perioada luptei dintre cele două sisteme de organizare ale societății : cel capitalist și cel socialist. Această luptă se desfășoară pe cîteva fronturi : economic, politic și ideologic. Dezvoltarea statului nostru socialist, desfășurată vreme de jumătate de veac de la Revoluția din Octombrie, a arătat că sistemul socialist de construire a societății este viabil. Comparîndu-l cu sistemul capitalist cel mai dezvoltat, cel din S.U.A., se poate afirma cu deplină obiectivitate că în principalele domenii ale dezvoltării materiale și culturale — în învățămînt, progresul științei, capacitatea de apărare — amîndouă țările au atins niveluri aproximativ egale. Singurul domeniu în care noi sîntem încă rămași în urmă este dezvoltarea tehnico-industrială, situație ce se datorează în principal nivelului mai coborît al productivității muncii din țara noastră, comparativ cu cel atins de S.U.A.

Iată de ce chestiunea este tot mai des adusă pe tărîmul luptei dintre fundamentele ideologice ale celor două sisteme. Filozofia stabilește principiile ideologice pe care se întemeiază raporturile, interacțiunile dintre om și societate. După cum se știe, la baza ideologiei societății capitaliste stă, în primul rînd, năzuința individului spre obținerea profitului material. La baza ideologiei socialiste stă ideea dezvoltării societății în întregul ei, iar condiția necesară pentru aceasta este dezvoltarea multilaterală a personalității omului. De aceea, în societatea socialistă, cele mai prețuite sînt calitățile creative și etice ale individului, pe care societatea se străduiește să le dezvolte. Tocmai aceste contradicții în ceea ce privește atitudinea față de individ în cele două

structuri sociale stau la baza luptei ideologice dintre cele două sisteme. În ziua de azi, este mai progresistă acea orînduire socială în care calităţile spirituale ale omului se dezvoltă mai deplin, deoarece acestea sînt determinante pentru o existenţă mai fericită.

Se ştie că, în ultimii ani, în ţările capitaliste iau amploare mişcările revoluţionare cu caracter de masă, mai ales în rîndurile tineretului. Aceste mişcări cuprind toate ţările capitaliste mai dezvoltate, ele se extind, iar în avangarda lor se situează studenţimea. Forţele care generează această mişcare nu sînt în întregime cunoscute, dar este clar că ea nu este generată de nemulţumirea faţă de condiţiile materiale ale existenţei, ci urmăreşte schimbarea cadrului ideologic în care este nevoit să trăiască omul în societatea capitalistă. Aşa încît categoriile sociale progresiste din ţările capitaliste, în mod spontan, fără vreo influenţă din exterior, îşi pun problema reconsiderării ideologiei care stă la baza societăţii capitaliste. Dar pe ce cale se va produce această reconsiderare? Cine va concepe programul de transformare pe care să-l adopte partea avansată a societăţii şi care să ducă la progresul global al omenirii? Evident, acest lucru se va hotărî în procesul luptei ideologice dintre diferitele concepţii despre lume şi viaţă, luptă care a început şi care se dezvoltă în continuare.

Trebuie oare ca noi să ne angajăm în această luptă? În acest caz, care trebuie să fie rolul nostru? Fără îndoială, ideile şi principiile care stau la baza construirii societăţii comuniste, aşa cum au fost ele formulate de ştiinţa marxistă, sînt singurele care pot da acestei lupte o orientare justă. Acest fapt este recunoscut astăzi de întreaga omenire progresistă. Se caută căile concrete pe care această mişcare revoluţionară să se extindă, să devină mai puternică. Aceste căutări au loc în condiţiile confruntării între ideologi de formaţie nouă, printre care se numără Marcuse. În această confruntare s-au angajat şi troţkişti, precum şi alţi ideologi.

Nu trebuie să ne jenăm în a recunoaşte că, în prezent, ideologii noştri se ţin la o parte de acest proces revoluţionar, fără a exercita practic vreo influenţă. Este o situaţie anormală care contravine părerii că înseşi existenţa şi succesele societăţii noastre socialiste nu pot să nu exercite o influenţă asupra acestui proces revoluţionar.

Care ar fi modalităţile pentru ca noi să ne implicăm cît mai efectiv în aceste procese revoluţionare care se desfăşoară în societatea capitalistă ? În etapa dată, pentru a nu rămîne în urmă în raport cu dezvoltarea gîndirii progresiste contemporane şi pentru a prevedea corect consecinţele actualei revoluţii ştiinţifico-tehnice, trebuie să ridicăm nivelul ştiinţelor noastre sociale. Noi, în Academia de Ştiinţe, trebuie să apreciem în mod deosebit eforturile colectivului redacţional al revistei „Voprosî filosofii" de a stimula dezvoltarea filozofiei, avînd drept unul dintre ţelurile fundamentale exercitarea unei influenţe asupra dezvoltării gîndirii sociale în cadrul actualei mişcări revoluţionare din ţările capitaliste.

Dar pentru ca să exercităm efectiv o asemenea influenţă, noi trebuie să ne implicăm mai adînc în bătălia ideologică care se desfăşoară acolo. Filozofii noştri trebuie să se angajeze într-o asemenea luptă de pe poziţii egale, aşa cum fac şi sportivii noştri. Trebuie spus că filozofii noştri îşi vor pierde privilegiul pe care îl deţin în ţară, unde nu se ciocnesc de concepţii contrare lor.

Din toate aceste motive, eu propun ca Prezidiul Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. să susţină programul propus de noul colegiu redacţional al revistei „Voprosî filosofii", prin care revista îşi asumă sarcina de a face să crească influenţa sa internaţională, şi ca Prezidiul Academiei să acorde mai mult timp pentru discutarea aspectelor filozofice care privesc bazele ideologice ale societăţii socialiste. În prezent, în expunerile pe teme ştiinţifice care au loc în cadrul Prezidiului, o asemenea tematică este practic inexistentă. Or, aceasta este o situaţie care nu poate să dăinuie.

VIITORUL ŞTIINŢEI

Cuvîntare ţinută la simpozionul internaţional cu privire la planificarea cercetării ştiinţifice
1959

Am fost rugat să iau cuvîntul la tema referitoare la viitorul ştiinţei. Este o treabă grea, dar interesantă, întrucît numai avînd o perspectivă clară asupra viitorului, vom putea îndruma corect activitatea noastră actuală.

Daţi-mi voie să relev că la această conferinţă eu sînt unul dintre cei mai în vîrstă participanţi. În cei patruzeci de ani de activitate ştiinţifică am asistat la numeroase schimbări care s-au petrecut în ştiinţă şi în obiectivele sale. Aruncînd o privire atentă asupra acestei perioade din dezvoltarea ştiinţei, putem observa cu uşurinţă transformările radicale care au avut loc în atitudinea faţă de ştiinţă. În anii tinereţii mele, se vorbea adesea despre „ştiinţa pură", despre ştiinţa pentru ştiinţă. În prezent nici nu se mai pomeneşte despre aşa ceva. Ştiinţa a început a fi privită ca o componentă necesară a sistemului social, deci ea este nu numai folositoare, ci şi de neînlocuit. Statul acordă o tot mai mare atenţie ştiinţei, considerînd-o unul dintre elementele de seamă ale politicii de stat. În prezent reţeaua de cercetare ştiinţifică este tratată de pe poziţii egale cu alte ramuri ale sistemului social, ca de pildă învăţămîntul, transporturile sau armata. Un asemenea lucru nu putea avea loc cu 50 de ani în urmă ; pe vremea aceea, în organizarea muncii de cercetare ştiinţifică domneau hazardul şi iniţiativa personală.

În prezent, amploarea activităţilor de cercetare ştiinţifică creşte, fondurile alocate de stat pentru dezvoltarea ştiinţei sporesc, atît în cadrul institutelor academice, cît şi al institutelor de cercetare industrială. Se construiesc instalaţii dintre cele mai complexe, de dimensiuni uriaşe, cum ar fi acceleratoare de multe milioane de volţi,

reactori atomici de mare putere, se lansează sateliți pentru cercetarea spațiului cosmic etc. Acestea nu mai sînt probleme de care să se preocupe una sau cîteva persoane, ci ele se rezolvă creator în cadrul unor colective numeroase, reclamă deosebite eforturi organizatorice și financiare de care sînt capabile numai țările mari și bogate.

Odată cu dezvoltarea cercetării științifice, are loc și o accentuare a împărțirii cercetătorilor, în cei ce se ocupă cu cercetarea fundamentală și cei ce se ocupă cu cea aplicativă. După părerea mea, o asemenea împărțire este în mare măsură artificială, întrucît este foarte greu să se determine punctul în care se termină una și începe cealaltă. Încadrarea unei teme de cercetare în prima sau în a doua categorie depinde în mare măsură de obiectivul principal pe care și-l fixează omul de știință: adîncirea cunoașterii, sau aplicarea ei. În aceste condiții, cercetarea fundamentală se concentrează tot mai mult în institutele academice și de învățămînt superior, iar cea aplicativă, în institutele de cercetări ale industriei. În fond, această împărțire este legată mai mult de modalitățile de finanțare, planificare și control ale activității științifice.

Apoi, în general vorbind, în activitatea marilor savanți este greu de deosebit cînd au urmărit ei aplicarea științei și cînd au avut ca scop îmbogățirea ei. De exemplu, Langmuir, un mare savant, care toată viața a lucrat în institute de cercetări industriale și în industrie, a rezolvat o serie de probleme de mare însemnătate pentru industria tuburilor electronice dar, pe parcursul acestor lucrări, a făcut o serie de cercetări fundamentale în domeniul electronicii și al tehnicii vidului.

Munca colectivă și rolul coordonatorului în știință

În actuala etapă noi discutăm deseori cum trebuie organizată cercetarea științifică atunci cînd prin amploarea ei necesită participarea unui mare

colectiv organizat. Cine ar trebui să conducă munca unui asemenea colectiv — un om de știință sau un administrator ?

În cuvîntul său, profesorul Bernal a fost de părere că în asemenea cazuri administratorii joacă un rol hotărîtor și că ei sînt necesari pentru organizarea muncii la marile teme de cercetare științifică. Eu nu sînt de acord cu profesorul Bernal — nu în privința faptului că asemenea organizatori ai cercetării desfășurate în colectiv nu ar fi necesari ; sub acest raport el are dreptate — sînt însă de părere că asemenea organizatori nu trebuie să fie niște administratori, ci înșiși oamenii de știință. Îmi voi expune cel mai bine ideile recurgînd la o comparație cu alte sectoare ale muncii de creație, anume teatrul și cinematograful.

Cîndva teatrul consta dintr-o trupă cu cîțiva actori, regizorul fiind pe atunci o figură neînsemnată. În prezent, îndeosebi datorită dezvoltării cinematografiei, unde la realizarea spectacolelor participă mii și chiar zeci de mii de persoane, principalul rol în crearea faptului de artă revine regizorului. La fel și în știință, în marile cercetări desfășurate în colectiv, a devenit necesar un regizor. Care sînt sarcinile pe care i le atribuim în acest caz ? Principala sarcină este ca activitatea lui să fie mai ales una de creație și nu doar una administrativă. El trebuie să înțeleagă în profunzime rațiunea și scopul cercetării, să aprecieze corect posibilitățile creatoare ale colaboratorilor săi, să distribuie rolurile în funcție de talentul fiecăruia, să dispună forțele pe care le dirijează în așa fel încît toate laturile problemei să fie cuprinse în mod armonios.

Pentru rezolvarea fiecărei noi probleme de știință trebuie să se găsească formele organizatorice adecvate. Chiar dacă coordonatorul unui mare program de cercetare nu lucrează nemijlocit în cercetare, el trebuie să fie o persoană dotată cu o mare capacitate de creație. Mă întreb, de ce oare conducătorul unei asemenea mărețe înfăp-

tuiri cum a fost lansarea primului satelit nu ar fi demn de premiul Nobel, chiar dacă el personal nu s-a ocupat de o anume cercetare în cadrul pregătirilor pentru această extraordinară realizare ? Nu este el cel care a organizat-o ? Asemenea regizori de film precum au fost Serghei Einsenstein sau René Clair, mari conducători și mari creatori și care au realizat unele dintre cele mai splendide filme artistice, după cum se știe nu au fost ei înșiși actori. Cunoaștem și cazuri cînd un mare actor este totodată și un mare regizor, cum a fost Charlie Chaplin. Există și oameni de știință multilaterali, cum au fost, de pildă, Rutherford și Fermi. Acestea sînt, bineînțeles, cazuri fericite, dar ele nu reprezintă regula. Sîntem cu toții de acord că păşim acum într-o perioadă de dezvoltare a științei cînd se va acorda un rol din ce în ce mai mare organizatorilor cercetării științifice.

Sînt de părere că în prezent trebuie să începem să educăm și să pregătim în mod special asemenea organizatori ai marilor cercetări, iar pentru ca o asemenea activitate să fie atrăgătoare, să acordăm acestor oameni o considerație deosebită, și nu să-i tratăm ca pe o specie oarecare de administratori sau birocrați. Într-o scurtă alocuțiune este greu să definim principiile pe baza cărora oamenii vor trebui selecționați, pregătiți și educați. Asemenea oameni sînt rari, s-ar părea că ei sînt întruchiparea unei varietăți aproape unice a talentului omenesc, astfel că trebuie tratați cu o atenție deosebită și înconjurați cu multă grijă.

În concluzie, presupun că una dintre sarcinile viitorului în ceea ce privește organizarea cercetării științifice va fi educarea și promovarea noului tip de savant-organizator, a cărui activitate și însemnătate le-am prezentat pînă acum. Acest tip de savant-organizator se găsește acum într-o fază de început a dezvoltării sale, dar el va juca un rol de prim ordin în cercetarea științifică de mare anvergură a viitorului.

Următoarea problemă asupra căreia vreau să mă opresc o constituie dimensiunile pe care le va căpăta în viitor cercetarea științifică. Să încercăm să examinăm această chestiune : care vor fi mijloacele (forță de muncă, mijloace materiale și fonduri) pe care le va aloca în viitor statul pentru cercetarea științifică ? În prezent, chiar în țările cele mai dezvoltate, aceste mijloace alcătuiesc doar 3—4% din buget. Dar, cu trecerea anilor, această proporție este categoric crescătoare, atît în țările socialiste, cît și în cele capitaliste.

Mulți economiști scot în evidență importante fenomene sociale generate de ridicarea nivelului de cultură tehnică. Rolul muncii fizice scade neîncetat atît în industrie, cît și în producția agricolă. S-a scris de multe ori că, odată cu creșterea utilizării energiei electrice, procesul de producție, datorită mecanizării și automatizării lui, va solicita doar o mică parte a forțelor omului. Pe seama energiei produse de centralele electrice muncile vor fi efectuate de mașini cibernetice, iar forța de creație a omului, împreună cu energia sa psihică, vor fi folosite în principal în știință și artă. Întrebarea este : ce parte a omenirii va putea în viitor să se ocupe de știință și arte ? În această privință am putea face o analogie în maniera lui Herbert Spencer. Dacă am compara organismul unei țări cu un organism animal, iar dacă greutatea acelei părți din organism care are o activitate cerebrală, adică a capului, am compara-o cu greutatea celorlalte părți ale corpului ce îndeplinesc o muncă fizică, am obține un rezultat interesant. Să începem comparația cu un animal antediluvian, să spunem, un dinozaur. Acesta era un animal cu un cap mic și un trup uriaș. După cum se știe, în evoluția vieții pe Pămînt, acesta a fost un animal fără viitor. În lupta pentru existență, viitorul a aparținut omului, la care greutatea capului reprezintă 5—10% din greutatea corpului.

La fel, în evoluția societății omenești, cultura va fi în continuă creștere, pentru ea cheltuindu-se din ce în ce mai multe mijloace. În acest context mai putem face observația că, deocamdată și din punct de vedere calitativ, natura a fost mult mai generoasă cu mijloacele puse la dispoziția dezvoltării spirituale a omului în comparație cu dezvoltarea lui fizică, decît au fost pînă acum statele, chiar și cele mai bine dezvoltate.

Academicianul N. N. Semionov, într-unul din articolele sale, scria că, în viitor, pe o cale sau alta, jumătate din populație va lua parte la o activitate de creație științifică. Prin urmare, o jumătate va îndeplini anumite munci de însemnătate socială, iar cealaltă jumătate va lucra în institute de cercetare, în institute de proiectare, în uzine experimentale, deci acolo unde nu poate avea mecanizare și automatizare, fiind necesară abordarea diferențiată a fiecăreia dintre noile probleme care se ridică. Profesorul Bernal își imaginează altfel activitatea de creație științifică a oamenilor în viitor. El presupune că fiecare om va dedica o parte din timpul său unei munci de creație intelectuală, iar în restul timpului va presta o activitate productivă. Personal, mi se pare mult mai plauzibilă ipoteza lui Semionov, dat fiind că oamenii cu înclinații spre creație vor dori să se dedice acesteia în întregime. În acest fel oamenii obțin satisfacții mai mari, iar activitatea lor are mai mare productivitate.

Descoperirile științifice ale viitorului

Aș vrea acum să mă refer la acele domenii ale științei care, după cum se poate presupune, se vor naște în viitor. Se pot face în această privință multe prognoze, plecînd de la mai multe ipoteze. Eu intenționez să procedez după principiul extrapolării și de aceea voi începe prin a aprecia cantitativ noile fenomene ale naturii ce au fost descoperite de știință în decursul anilor. Vreau să fac niște precizări, și anume, că

prin termenul de „fenomene nou descoperite" eu înțeleg acele fenomene fizice pe care nici nu le putem vedea și nici nu le putem explica pe baza teoriilor existente la un anumit moment și care, datorită acestui lucru, deschid noi domenii pentru cercetare. Pentru a face și mai limpede încercarea de extrapolare menționată mai sus, voi specifica fenomenele cele mai importante, fenomenele fundamentale din fizică care au fost descoperite în ultimii circa 150 de ani.

În primul rînd vreau să menționez descoperirea curentului electric în 1789, de către Galvani, descoperire care nu putea fi nicidecum dedusă din concepțiile teoretice contemporane asupra electricității, stabilite în principal de Franklin.

Următoarea descoperire care se încadrează în categoria descrisă este descoperirea acțiunii curentului electric asupra acului magnetic, de către Oersted, în 1820. Din punctul de vedere pe care l-am adoptat, descoperirea de mai tîrziu a inducției magnetice, efectuată de Faraday, nu este un fenomen nou, deoarece inducția magnetică, prin esența ei, reprezintă fenomenul invers celui descoperit de Oersted și deci, la timpul respectiv, el ar fi putut fi întrevăzut. Lucrările lui Oersted și ale lui Faraday au dus la formularea legii lui Lenz, la determinarea ecuațiilor lui Maxwell și la o serie de alte deducții fundamentale, toate fiind însă prelucrări ale descoperirii lui Oersted, care, în nici un caz, n-ar fi putut fi prevăzută cu ajutorul teoriei de atunci.

Un alt exemplu de fenomen nou descoperit este efectul fotoelectric extern, descoperit de Herz în 1887 (chiar dacă noi, evident, îl apreciem pe Herz cu mult mai mult pentru descoperirea undelor electromagnetice). Nici acest fenomen nu putea fi anticipat pe cale teoretică. Treizeci de ani mai tîrziu, Einstein a obținut din studierea acestui fenomen renumitele sale ecuații, precizînd natura cuantică a efectului fotoelectric extern. Principiul nedeterminării și teoria cuantică au fost predeterminate de descoperirea efectului fotoelectric, iar toate remarcabilele contribuții științifice

cu privire la acest fenomen nu sînt decît dezvoltări ulterioare de metodă.

Putem menționa în continuare descoperirea de către Becquerel a radioactivității, în 1896, care a fixat începuturile fizicii nucleare și care, de asemenea, nu putea fi prevăzută pe baza cunoștințelor existente.

Observarea electronului de către Thomson poate fi de asemenea considerată ca descoperirea unui fenomen nou, care stă la baza electronicii contemporane. Prin faptul că a furnizat un rezultat ce nu putea fi prevăzut pe cale teoretică, experiența lui Michelson și Morley poate fi, de asemenea, considerată un moment de descoperire a unui fenomen nou, care a pus bazele principiale ale teoriei relativității. Nu puteau fi prevăzute nici descoperirea de către Hess, în 1919, a razelor cosmice, nici fisiunea uraniului, descoperită de Meitner și Hahn.

Ce este tipic pentru descoperirile de pînă acum? Mai întîi, valoarea lor era recunoscută pe deplin abia după 20—30 de ani, cînd se clarifica faptul că ele nu puteau fi explicate pe baza opiniilor științifice ale vremii; de aceea, sub impulsul lor, se transformau ori se dezvoltau unele concepte teoretice fundamentale.

Sînt oare posibile asemenea descoperiri în viitor? S-au epuizat oare în prezent toate descoperirile fizice din natură? Mai există oare în natură fenomene fundamentale care-și așteaptă descoperirea?

Dacă am construi o curbă la care pe axa orizontală să punem timpul, iar pe axa verticală numărul descoperirilor, am observa că ea nu prezintă tendința de a se reduce la zero. Atunci, prin extrapolarea ei, am vedea că în viitorul apropiat am putea fi martorii unor descoperiri „noi", nu mai puțin importante decît cele enumerate mai sus. Ele ne-ar permite să înțelegem mai în profunzime natura care ne înconjoară și ar pune la dispoziția oamenilor noi posibilități de dezvoltare a culturii. De obicei constatăm că oamenii sînt înclinați să considere

că ei știu deja despre natură tot ceea ce se poate ști. Așa a fost dintotdeauna. E destul să citești scrierile contemporanilor lui Newton pentru a vedea că, și pe atunci, erau destui care considerau că odată cu descoperirea legilor mecanicii clasice s-a încheiat cunoașterea naturii neînsufletite. Nu trebuie să facem în continuare greșeala de a considera că în viitor nu mai este nimic de descoperit, chiar dacă sîntem încredințați de acest lucru.

S-ar putea să mă întrebați: și care vor fi aceste descoperiri?

Dacă eu aș fi în stare să le prevăd, ele n-ar mai fi cu adevărat noi și neașteptate. Cu toate acestea, vă voi da un exemplu de situație cînd mi s-a părut că aș putea face o descoperire, dar n-am încercat să o realizez. Acest exemplu are în el o anume parte pilduitoare.

În anii '30, cînd obținusem cîmpuri magnetice intense, de 10 ori mai puternice decît cele obținute pînă atunci, o serie de savanți m-au sfătuit să fac experiențe pentru a cerceta influența cîmpurilor magnetice intense asupra vitezei luminii. Cel mai insistent în această privință era Einstein. El îmi spunea: „Nu cred că Dumnezeu a făcut astfel universul, încît viteza luminii să nu depindă de nimic". Einstein avea obiceiul de a se referi în glumă la Dumnezeu atunci cînd nu mai avea de adus argumente raționale.

Din experiențele care s-au mai făcut între timp știm că dacă eu aș fi făcut acele experimente cu intensitatea cîmpurilor de care dispuneam pe atunci, efectul obținut ar fi fost totuși foarte mic, de ordinul al doilea. Dat fiind că fenomenul era nou, nu s-ar fi putut deci întrevedea valoarea adevărată a efectului. Totodată, experimentul ar fi urmat să fie extrem de dificil, căci știam că pînă atunci se mai făcuseră asemenea experimente cu cîmpuri de pînă la 20 000 Oe și, chiar cu cele mai sensibile aparate, nu s-a putut observa vreun efect al cîmpului magnetic asupra luminii.

O altă persoană care a stăruit asupra acestui experiment a fost Oliver Lodge. El mi-a adresat de asemenea rugămintea de a realiza acest experiment extrem de dificil și de delicat, oferindu-mi și sprijinul financiar necesar. Cu toate acestea am refuzat. De ce? Voi putea explica mai bine acest lucru, relatîndu-vă un alt caz semnificativ și care, poate, nu vă este cunoscut.

După cum vă amintiți, legea conservării materiei a fost descoperită pe cale experimentală de Lomonosov în 1756 și, ceva mai tîrziu, de Lavoisier. La începutul secolului nostru, Landolt a verificat-o cu mare precizie. El a pus, de asemenea, substanțele în recipiente perfect închise și le-a cîntărit cu precizie mare, înainte și după reacție, demonstrînd că greutatea a rămas absolut neschimbată, în limite ale preciziei nu mai mici de a zecea cifră semnificativă. Dacă însă considerăm energia care se eliberează la o reacție chimică și, în concordanță cu ecuația din teoria relativității dedusă de Einstein, calculăm modificarea de masă, atunci se poate observa că, dacă Landolt și-ar fi făcut experiența cu o precizie cu două-trei ordine de mărime mai mare, atunci el ar fi putut să observe o modificare a greutății substanțelor care au intrat în reacție.

Deci, noi știm că Landolt s-a apropiat foarte mult de descoperirea uneia dintre legile cele mai imporante ale naturii. Să presupunem însă acum că Landolt ar mai fi cheltuit energie pentru această experiență, ar mai fi lucrat, să zicem, încă cinci ani la ea și ar fi ridicat cu două-trei ordine de mărime precizia în măsurătoare. Atunci el ar fi observat acea modificare a greutății, dar majoritatea savanților nu i-ar fi dat crezare. După cum se știe, o singură experiență, efectuată cu o precizie limitată, nu este convingătoare și, pentru a putea fi verificată, trebuie să se găsească încă un experimentator dispus să cheltuiască zece ani de muncă intensă în acest scop. Viața ne arată că atîta vreme cît rezolvarea unei probleme depinde de precizia experimentului, ea va putea fi convingătoare numai atunci

cînd însăşi natura ne va sugera o nouă cale de rezolvare. Aşa s-a şi întîmplat în cazul relatat: legea descoperită de Einstein a fost verificată destul de simplu de Aston, cînd acesta a imaginat şi a pus la punct metoda precisă de determinare a masei izotopilor radioactivi, pe baza deviaţiei fascicolului de ioni. Tot aşa şi în cazul relatat de mine, trebuia să mai aştept pînă cînd natura însăşi ne-ar fi pus la dispoziţie noi posibilităţi de studiere a influenţei cîmpului magnetic asupra vitezei luminii, deoarece, probabil, atunci vor fi devenite evidente experienţe simple şi convingătoare pentru studierea acestui fenomen. Acestea au fost motivele pentru care m-am opus realizării acelui experiment complex.

Ca să încheiu această parte a expunerii mele, cred că putem spune cu deplină convingere că în viitorul nu prea îndepărtat fizicienii vor mai avea parte de multe descoperiri interesante, fiind acum locul să amintim cuvintele lui Hamlet: „Sînt încă multe lucruri pe lume, dragă Horatio, la care înţelepţii noştri nici n-au visat". Aşa era acum trei sute de ani, pe vremea lui Shakespeare, şi aşa va fi întotdeauna. În fond, aici nu este vorba de altceva decît de legea dezvoltării continue, dialectice, a cunoaşterii naturii de către om.

Cele mai importante probleme ştiinţifice ale viitorului apropiat

În afară de descoperirea noilor fenomene ale naturii, pe care încă nu le putem întrevedea, întotdeauna cea mai mare parte a eforturilor oamenilor de ştiinţă va fi orientată către cercetarea în adîncime a fenomenelor naturale deja descoperite, către dezvoltări de metodă şi către rezolvarea problemelor aplicative. Pentru a determina care vor fi direcţiile de cercetare care în viitorul apropiat vor deveni prioritare, trebuie să constatăm care dintre domeniile cunoaşterii omeneşti sînt mai legate de cerinţele actuale ale vieţii.

Tuturor ne sînt bine cunoscute cele mai importante și mai interesante probleme care stau în prezent în fața științei, așa că nu mă voi opri asupra lor în detaliu. Prima dintre acestea este cucerirea spațiului cosmic. Primul pas pentru înfăptuirea acestui deziderat a fost făcut: omul s-a smuls din cîmpul gravitațional al Pămîntului. Cea mai importantă problemă a viitorului este utilizarea energiei nucleare pentru propulsia navelor cosmice. Ce rezultate practice va da rezolvarea acestei probleme? Vor crește posibilitățile de populare a altor planete. Evident, aceasta este o chestiune a viitorului îndepărtat; nu ne putem încă plînge că ne-ar fi prea strîmt aici, pe Pămînt. Dar tocmai în aceasta constau frumusețea și atracția pătrunderii în domenii noi, însă necercetate: omul nu poate să prevadă ce va găsi util în aceste domenii. Toată experiența acumulată în decursul istoriei ne arată în mod constant că răzbaterea în noi domenii ale cunoașterii deschide întotdeauna calea spre noi posibilități de ridicare a nivelului culturii umane. Fără îndoială, așa se va întîmpla și în acest caz.

Se mai poate observa că, și în prezent, există posibilități practice de folosire a rachetelor cosmice: de pildă, îndepărtarea reziduurilor radioactive de la reactoarele atomice. De multe ori s-a arătat că în viitorul apropiat se vor acumula asemenea cantități de reziduuri radioactive provenind de la instalațiile energetice atomice, încît depozitarea lor va deveni dificilă și periculoasă, iar mulți apreciază că aceasta va fi principala piedică pe drumul dezvoltării largi a energeticii nucleare. Dacă aceste reziduuri radioactive vor fi expediate în cosmos cu ajutorul rachetelor, procedeul devine lipsit de pericole pentru umanitate și s-ar părea că nu necesită cheltuieli prea mari. Deci, eliminarea pe această cale a reziduurilor radioactive poate constitui rezolvarea acestei probleme.

Una dintre problemele care rămîne în mod constant printre cele mai importante ale prezen-

tului şi viitorului este obţinerea unei energii electrice ieftine.

Cea mai însemnată dintre posibilităţile de rezolvare a acestei probleme este dirijarea reacţiei termonucleare. Ea constituie cea mai importantă sarcină a fizicii actuale ; ea va pune la dispoziţia oamenilor o sursă de energie inepuizabilă ; rezolvarea ei depinde de crearea plasmei la temperaturi destul de înalte. Savanţii continuă să caute calea de soluţionare a acestei probleme.

Ne este mult mai la îndemînă soluţia folosirii mai eficiente a căldurii rezultate din arderea combustibilului. După cum ştim, pentru transformarea energiei de ardere a cărbunelui în energie electrică se recurge la un număr de procese înlănţuite : la început, prin ardere, energia chimică se transformă în căldură, apoi căldura se transformă în cazane, în aburi, aceştia îşi cedează energia în maşinile termice sub forma energiei mecanice şi, în final, aceasta se transformă în generatoare în energie electrică. Dar în acest fel se ajunge la a se folosi doar 30—35% din energia chimică a cărbunelui, iar aceasta cu mari investiţii în utilaje. Pentru ca în viitor acest proces să devină mai eficient, se are în vedere crearea unei noi direcţii în energetică, prin aşa-numitele generatoare magnetohidrodinamice. Ideea acestor generatoare a fost emisă încă la începutul acestui secol : dacă un jet de mare viteză, alcătuit din plasmă bună conducătoare, traversează un cîmp magnetic, atunci în el apare o forţă electromotoare transversală. Această forţă ne poate furniza un curent, transformînd astfel energia cinetică a jetului în energie electrică. În ultimul timp, graţie perfecţionărilor din domeniul avioanelor cu reacţie şi tehnicii rachetelor, se stăpîneşte bine procesul de obţinere a jeturilor puternice de gaz cu temperatură ridicată. În acest fel vechea idee a generatorului magnetohidrodinamic a devenit actuală, lucrînd astăzi la ea serios mari institute atît din ţara noastră, cît şi din S.U.A. Se întrevede că acest generator va funcţiona cu mare eficienţă la puteri

foarte mari, de ordinul sutelor de megawaţi; în aceste condiţii, instalaţia va fi de dimensiuni foarte mici.

Mult mai atrăgătoare ar fi însă realizarea transformării directe a energiei chimice în energie electrică. Un asemenea lucru se petrece deja de mult în elementele galvanice şi în acumulatorii obişnuiţi, în acest caz avînd loc trecerea aproape totală a energiei chimice în energie electrică, randamentul teoretic putînd fi apropiat de unitate. Principala sarcină ce stă în faţa cercetătorilor ar fi realizarea unui element galvanic în care energia electrică să se obţină nemijlocit pe baza reacţiei de oxidare a cărbunelui. Realizarea unor asemenea elemente galvanice gazoase[1] care să funcţioneze la temperaturi şi presiuni ridicate s-a arătat a fi posibilă, iar în ultimele decenii s-au obţinut, pe această linie, succese remarcabile, chiar dacă ideea nu a putut fi dusă pînă la o realizare practică. Din păcate, este îndoielnică însăşi realizarea unor asemenea instalaţii pentru puteri mari, dat fiind că există o serie de dificultăţi de principiu. Anume, oxidarea chimică a gazelor ar trebui să se petreacă pe suprafaţa electrozilor şi nu în volumul unui electrolit, iar în aceste condiţii s-ar cere suprafeţe uriaşe pentru obţinerea de puteri mari. Acest principiu de generare a energiei electrice va prezenta însemnătate doar pentru energetica de puteri mici.

Niciodată nu trebuie să uităm o chestiune fundamentală a energeticii: transformarea directă a energiei chimice în energie mecanică. În această privinţă oamenii s-au îndepărtat de natură. Motorul muscular este încă cel mai răspîndit. Dacă ar fi să se însumeze energia mecanică dezvoltată de musculatura tuturor fiinţelor vii, ea este de cîteva ori mai mare decît energia dezvoltată de toate motoarele termice create de oameni. În afară de aceasta, motorul muscular, aşa cum arată experienţele, funcţionează foarte eficient, randamentul său fiind superior tuturor motoa-

[1] Pile de combustie. — *Nota trad.*

relor, turbinelor și altor mașini termice. Dar ceea ce este de mirare — și trebuie s-o recunoaștem — este că savanții nu au reușit încă să înțeleagă esența procesului de travaliu muscular. Există multe ipoteze, dar pînă cînd savanții nu vor reuși să reproducă în mod artificial procesul de contracție a fibrei musculare nu se poate considera că procesul este cunoscut.

Indiscutabil, cercetarea mecanismului contracției musculare va fi una din temele fundamentale ale științei viitorului. La asemenea cercetări vor participa fizicieni, chimiști și biologi. Care este probabilitatea de reușită a acestei cercetări pentru anii următori? Problema va putea fi considerată rezolvată atunci cînd se va realiza contracția reversibilă a unei fibre artificiale sub efectul schimbărilor în proprietățile mediului în care se găsește, cu alte cuvinte cînd se va reuși modelarea proceselor musculare. În prezent se cunosc din ce în ce mai multe tipuri de legături pentru formarea fibrelor din polimeri sintetici. Încep a se cunoaște tot mai în adîncime caracterul și proprietățile legăturilor intermoleculare din polimeri și toate acestea creează speranța că secretul contracțiilor musculare va fi descoperit cu ajutorul fibrelor artificiale. În orice caz, aceasta rămîne una dintre problemele de cea mai mare însemnătate ale viitorului apropiat, prin rezolvarea căreia oamenii ar putea să obțină motorul mecanic cel mai eficient. Mi se pare natural să ne așteptăm ca un asemenea motor să fie portabil și să fie potrivit doar pentru obținerea de puteri nu prea mari.

Tangențial, ar mai fi cazul să observăm că în fibrele polimerice sînt ascunse încă multe secrete a căror cunoaștere ar fi deosebit de folositoare oamenilor. De exemplu, este bine cunoscut că prin fibrele nervoase, pe care noi le considerăm ca fiind dielectrice, se transmite liber impulsul electric — semnalul nervos. Știm că transmisia se realizează indubitabil prin fibra nervoasă, dar mecanismul acestui fenomen interesant încă nu e pe deplin lămurit și nu sîntem

în stare să-l reproducem. Cînd va fi rezolvată și această sarcină, vom fi în măsură să realizăm scheme de comandă și semnalizare, calculatoare și alte elemente ale mașinilor cibernetice, fără conductoare metalice. Cunoașterea acestui fenomen este de asemenea una dintre marile probleme ale viitorului.

Probleme de metodă în viitorul științei

În prezent nu putem rezolva o serie de probleme științifice sau tehnico-științifice de cea mai mare importanță din pricina limitelor metodelor de care dispunem. Aceste limite provin fie din complexitatea însăși a fenomenelor studiate, care generează probleme matematice extrem de complicate, ce nu pot fi rezolvate, fie din metoda de măsurare de care dispunem și care poate fi insuficient de sensibilă sau de precisă ori, în fine, deoarece fenomenul studiat nu poate fi măsurat cu metodele existente.

De aceea, succesul în rezolvarea unei serii de asemenea probleme este determinat de lărgirea posibilităților noastre în materie de metode de investigare. În principal este vorba de inventarea unor noi metode de observare, de inventarea unor aparate de măsură pe principii noi și, în sfîrșit, de conceperea unor noi metode teoretice și matematice prin generalizarea experienței științifice acumulate.

Toate aceste înfăptuiri pot fi considerate ca un gen aparte de descoperiri științifice ; cele mai mari dintre ele se fac într-un mod tot atît de neașteptat și de imprevizibil ca și descoperirile științifice, ele fiind, de asemenea, dezvăluiri ale geniului omenesc. Marile invenții în materie de metode, ca și descoperirile științifice, pot duce la crearea unui întreg domeniu nou în știință și la rezolvarea unor probleme esențiale, care își așteptau de multă vreme rîndul la o rezolvare științifică. Dacă ar fi să luăm exemple din trecut, să amintim de inventarea calculului diferen-

țial de către Newton, sau inventarea de către Huygens a pendulului pentru ceasuri.

Una dintre aceste invenții epocale ale contemporaneității, care a împins înainte o serie întreagă de domenii ale științei, o reprezintă mașinile cibernetice electronice. În prezent, dezvoltarea furtunoasă a mașinilor cibernetice creează posibilitatea de soluționare a unor teme de mare complexitate, care pînă nu de mult se aflau în afara posibilităților de rezolvare practică, cum sînt calcularea rapidă și precisă a traiectoriilor de zbor ale navelor cosmice, calculul structurilor atomilor, moleculelor sau rețelelor cristaline și altele. În mod sigur, mașinile cibernetice electronice se vor dezvolta intens în viitorul apropiat, iar cu ajutorul lor se vor rezolva încă multe alte probleme insolubile pînă acum.

Acum aș vrea să vă atrag atenția asupra cîtorva sarcini de cea mai mare însemnătate care trebuie soluționate și care necesită căutări în scopul unei rezolvări teoretice de mare rigurozitate ; deocamdată, din cauza complexității lor, sîntem nevoiți să le rezolvăm empiric ori semiempiric, propunînd soluții de-a dreptul grosolane. Se cuvine să amintim că sîntem încă departe de a fi eliminat empirismul ca metodă de cercetare în știință.

Aplicarea empirismului în aceste cercetări este determinată, de regulă, de acumularea unui volum mare de date experimentale și de complexitatea sistematizării și utilizării lor. Alegem ca exemplu de astfel de cercetări empirice, care se realizează frecvent în zilele noastre, problema obținerii unor materiale cu anumite proprietăți mecanice — rezistență, stabilitate la temperatură, plasticitate sau altele. După cum se știe, pentru obținerea de performanțe superoare în domenii precum aviația, cosmonautica, construcția de turbine etc., rezistența materialului și stabilitatea sa la temperatură reprezintă unii dintre principalii factori limitativi. Ar fi destul să ridicăm limita de înmuiere a aliajelor

cu cîteva sute de grade, iar rezistența la rupere cu 20—30%, pentru ca să putem astfel rezolva o serie de probleme tehnice noi. Totuși, chiar dacă toate proprietățile mecanice ale metalelor se măsoară astăzi repede și bine, o teorie cantitativă care să lege aceste proprietăți ale materialului de compoziția sa chimică și de structura sa fizică încă nu există, chiar dacă natura forțelor dintre atomi este bine cunoscută. Din punct de vedere matematic problema este într-atît de complicată, încît nici măcar nu poate fi formulată. Iată de ce în acest caz principala cale de investigare rămîne cea empirică.

Este însă simplu de arătat că nici pe calea empirismului această problemă nu se poate rezolva cu ușurință. Se cunosc circa 100 de elemente cu care se formează aliajele. Admitem că descrierea proprietăților unui metal sau ale unui aliaj (rezistența la rupere, termostabilitatea, elasticitatea, conductibilitatea electrică ș.a.) acoperă o pagină. Pentru descrierea proprietăților tuturor elementelor sînt necesare 100 de pagini, iar pentru descrierea proprietăților aliajelor binare sînt necesare zece mii de pagini. Aliajele cu trei componente vor ocupa deja un milion de pagini. După cum se vede, cercetarea și descrierea sistematică a aliajelor ternare reprezintă o limită a posibilităților noastre. De aici se mai vede că metoda empirică de studiere prezintă limitele sale naturale. Inventarea mașinilor cibernetice de genul ordinatoarelor va aduce, în mod evident, și în această direcție, o extindere a posibilităților noastre, dar trebuie să recunoaștem că problema elaborării, pe criterii științifice, a unor aliaje cu anumite proprietăți, din mai mult decît trei compuși, nu este rezolvată. În practică însă, după cum este știut, se folosesc deja aliaje din patru compuși și chiar din mai mulți, cu ajutorul cărora s-au rezolvat probleme dintre cele mai importante.

Oare situația va rămîne întotdeauna aceeași? Eu cred că nu. Se poate ca asemenea aliaje cu mai mulți compuși să fi fost descoperite întîm-

plător, dar este mai probabil că esențiale au fost intuiția, „flerul" unor oameni de știință talentați, care, asemenea unor bucătari iscusiți, au știut să gătească o mîncare mai bună decît a altor bucătari. Dacă însă într-un domeniu ne putem folosi de intuiție, înseamnă că acolo acționează niște legități. Tocmai aceasta este misiunea științei — să determine aceste legi. Dar pentru asemenea probleme complexe nu s-a găsit încă metoda de rezolvare, iar aceasta este fără îndoială una dintre sarcinile viitorului.

Există încă o problemă mai puțin cunoscută, deoarece abia în viitorul apropiat va prezenta un interes deosebit și care, deocamdată, se rezolvă, de asemenea, pe cale empirică. Aceasta este chestiunea realizării aliajului care să fie supraconductor la temperaturile ambiante obișnuite și cu un cîmp magnetic critic înalt (cîmpul magnetic care permite supraconductibilitatea). După cum știm, prin materialele supraconductoare curentul electric trece fără pierderi și, de aceea, supraconductibilitatea începe deja să se folosească pe scară largă pentru realizarea circuitelor oscilante cu factor de calitate înalt, pentru bobinele cu care se creează cîmpuri magnetice intense sau pentru construirea unor memorii miniaturizate destinate mașinilor de calcul electronice.

Dar principala piedică în calea folosirii practice a supraconductibilității constă în faptul că toate aceste dispozitive funcționează la temperaturi foarte coborîte (4,2°K). Din aceste motive ar avea o importanță practică dintre cele mai mari descoperirea unui material care să posede proprietatea de supraconductibilitate la temperatura camerei. Un asemenea material ar produce o revoluționare a electrotehnicii actuale, permițînd transmiterea fără pierderi a energiei electrice. Deocamdată însă, teoria ne arată că în metalele pure nu poate să existe supraconductibilitate la temperaturi mai sus de punctul Debye, așa încît găsirea unui astfel de material nu se poate face decît printre aliaje, pentru care teoria

supraconducției nu este încă completă. Acesta este încă unul dintre cazurile în care se ridică problema abordării empirice a aliajelor cu mai mulți compuși, despre care am vorbit mai înainte.

Una dintre cele mai mari probleme care stau în fața fizicii corpului solid este crearea de polimeri cu proprietăți impuse. În natura vie polimerii constituie dintotdeauna principalul „material de construcție", îndeplinind cele mai diverse funcțiuni. Secolul nostru nu va fi doar secolul utilizării energiei atomice, ci și secolul realizării de noi polimeri și folosirii lor ca principal „material de construcție".

Diversitatea polimerilor este practic fără limite, ea putînd fi mai mare chiar decît diversitatea aliajelor. Tot atît de diverse sînt și proprietățile polimerilor: mecanice, electrice, magnetice ș.a.m.d. Sarcina științei va consta în realizarea de polimeri cu proprietăți impuse. Ca și în cazul aliajelor, nici aici nu ne vom putea mulțumi cu abordarea empirică a cercetărilor. Este însă posibil ca, dată fiind regularitatea deosebită existentă în structura polimerilor, să se reușească aici, mai ușor decît în cazul aliajelor, o generalizare teoretică care să ne scutească de recurgerea la metoda empirică, pentru a pune la punct polimeri cu proprietăți impuse.

În anii din urmă s-au obținut succese excepționale în conceperea și înfăptuirea unor noi metode de investigare experimentală. După cum s-ar părea, ele se datoresc mai ales dezvoltării furtunoase a electronicii teoretice și industriale, ca și noilor posibilități pe care le-a deschis dezvoltarea fizicii și industriei nucleare.

Merită să amintim că astăzi se poate măsura frecvența cu precizii de pînă la a 16-a cifră semnificativă (prin folosirea efectului Mössbauer), iar timpul cu precizii de pînă la a 11-a cifră (folosind generatoarele moleculare). Prin utilizarea fasciculelor de electroni și prin diverse metode de amplificare a imaginilor, se pot vedea moleculele ș.a.m.d. Apar mereu noi și noi metode de

observare sau de măsurare. Nu sînt semne ca în viitor dezvoltarea posibilităților noastre de cercetare experimentală să se oprească. Ca și în cazul descoperirilor, este tot atît de greu să se facă preciziuni în legătură cu noile metode de observare și de măsurare ce vor fi puse la punct în continuare. Cu toate acestea, aș vrea să indic un domeniu în care oamenii au rămas în urma naturii, în ceea ce privește posibilitățile de măsurare și în care ar trebui să ne așteptăm la unele invenții în viitorul apropiat.

Putem observa că în prezent fizica dispune de aparate cu mult mai sensibile decît organele noastre de simț. Microfonul aude mai bine decît urechea omenească, fotoelementele văd mai bine decît ochiul omului și pe o plajă mai largă a spectrului. Seismograful este mai sensibil decît simțul nostru tactil și, evident, omul determină temperaturile cu mult mai prost decît termometrele.

Un singur simț — mirosul, adică capacitatea de a simți și a identifica concentrații foarte mici de substanțe organice volatile, este cu mult mai perfecționat decît capacitatea similară existentă la unele aparate.

Am putea lua și cazul degustătorilor. Unul dintre aceștia a fost, de exemplu, marele fizician Langevin. Îmi amintesc foarte bine ce impresie puternică a făcut asupra mea momentul în care înaintea unui prînz care a avut loc cu prilejul unui congres ținut în 1925 la Zürich, Langevin a gustat vinul și, pe loc, a determinat corect, după gust, nu numai soiul vinului, ci și anul recoltei. El era legitimat ca degustător și se mîndrea cu aceasta, poate chiar mai mult decît cu succesele sale în fizică. Nu avem însă aparate în stare să facă același lucru, chiar cu o precizie mai slabă.

Cea mai sensibilă metodă pentru determinarea impurităților de substanțe anorganice este considerată în prezent analiza prin radioactivitate. Cu ajutorul ei se pot depista impurități cu o proporție de circa 10^{-8} — 10^{-9}. Dacă ar fi să com-

părăm această sensibilitate cu mirosul cîinelui, ar ieși la iveală faptul că un cîine poate simți cantități cu mult mai mici de substanță, mirosul său putînd astfel identifica impurități cu mult mai fine. Cum se explică oare faptul că omul n-a fost în stare să realizeze aparate care să poată sesiza concentrații atît de mici ale atomilor, așa cum face aceasta mirosul cîinelui?

Din ceea ce cunoaștem, organul mirosului este cel mai complex dintre toate organele de simț, iar natura fenomenului pe baza căruia funcționează încă n-a fost descoperită. Am putea spune că „a mirosi precum cîinele" este una dintre sarcinile de viitor ale fizicii.

S-ar mai putea aminti aici încă un domeniu în care natura a născocit un mecanism mai bun decît cel realizat de om. Acesta este mecanismul de memorie al creierului. El este de multe zeci de ori mai compact și mai eficace decît dispozitivele de memorare ale mașinilor electronice de calcul moderne. Nici natura procesului de memorare nu ne este încă cunoscută.

Toate aceste probleme sînt teme pentru cercetările viitoare, prin care fizicienii trebuie să smulgă naturii aceste taine atît de ispititoare.

Viitorul științelor biologice

Există o serie de probleme de mare însemnătate pentru biologie care sînt legate de cerințele agrotehnicii, zootehniei, medicinei și care, fiind bine cunoscute, n-am să mă mai opresc asupra lor.

Încă în paginile anterioare am indicat cîteva probleme de biologie a căror rezolvare prezintă importanță pentru viitor. Ele sînt natura contracțiilor musculare, transmiterea semnalelor electrice prin fibra nervoasă, mecanismele de memorie și mecanismul mirosului. Succesele deja obținute în clarificarea acestor aspecte se datorează, fără îndoială, pătrunderii fizicii și chimiei în biologie, proces care se petrece în prezent. Aceste cercetări ne întemeiază în a presupune nu numai că aceste probleme vor putea fi înțelese și descrise

cu ajutorul legilor deja cunoscute ale naturii neînsufleţite, ci şi că ele vor putea fi reproduse în mod artificial şi aplicate în practică. Cunoaşterea mecanismelor acestor procese nu numai că ne va dezvălui esenţa lor biologică, ci va îmbogăţi, de asemenea, înseşi fizica şi chimia. De aceea ne putem aştepta în viitor la o şi mai adîncă fuzionare a fizicii şi chimiei cu biologia, în lucrările de cercetare.

Înţelegerea deplină a proceselor biologice, atît de complexe şi de neobişnuite, va duce, fără îndoială, la o cunoaştere şi mai adîncă a naturii neînsufleţite. Este deja cazul să se vorbească de influenţa binefăcătoare a biologiei asupra fizicii şi chimiei. Dezvoltarea fizicii polimerilor şi studierea proprietăţilor lor fizice, care se desfăşoară acum atît de intens, reprezintă un exemplu de asemenea influenţă binevenită. Studiind structurile polimerilor din natură ne putem da seama că natura este un mult mai bun „inginer de concepţie" decît omul, aşa că deocamdată avem încă multe de învăţat de la ea. Putem însă să remarcăm că în unele chestiuni oamenii de ştiinţă au întrecut natura prin realizarea unor procese care nu se produc pe cale naturală. De exemplu, reacţia în lanţ a uraniului, folosită pentru obţinerea energiei nucleare, nu are loc în condiţii naturale. Putem afirma cu mare certitudine că în viitorul apropiat progresul în rezolvarea marilor întrebări ale biologiei va fi determinat de dezvoltarea cercetărilor multidisciplinare, adică a acelora la care vor participa nu numai biologi, ci şi fizicieni şi chimişti şi chiar matematicieni. Iată deci că desfăşurarea unor mari lucrări de cercetare în echipe largi, despre care am pomenit ceva mai înainte, va avea loc şi la rezolvarea problemelor de biologie.

Una dintre cele mai importante şi mai interesante tematici multidisciplinare din sectorul biologiei şi la care vor participa şi fizicieni, chimişti şi matematicieni este genetica. Sînt deja cunoscute extraordinarele succese obţinute în genetică în ultimii ani. În prezent savanţii nu numai

că pot realiza pe cale artificială mutații, dar au început a cunoaște mai în detaliu esența lor fizică. Faptul a devenit posibil grație determinării structurii cromozomilor și descifrării acelui cod prin intermediul căruia este scrisă informația necesară pentru dezvoltarea unui anumit organism, iar în ultimă instanță, pentru înțelegerea mecanismului însuși al înmulțirii.

Desigur, dintre problemele aplicative pe care și le pune genetica, cea mai importantă cred că este modificarea organismului în funcție de cerințele practicii. Sîntem încă departe de realizarea deplină a acestui deziderat, dar se poate bănui deja calea către atingerea lui. Actualele mijloace de acțiune asupra cromozomilor — iradierea sau acțiunea pe cale chimică — permit doar obținerea unor mutații aleatorii. Deocamdată se pot impune modificările dorite numai organismelor celor mai simple : viruși, microbi, ciuperci. Toate acestea sînt organisme cu mare viteză de înmulțire, iar numărul mutațiilor posibile nu este prea mare în cazul lor. În felul acesta, punînd la punct un mijloc eficace de triere artificială, se poate obține acea varietate de organism cu proprietățile cerute de respectiva problemă practică. Tocmai pe această cale se obțin în prezent cele mai active antibiotice : iradiind o cultură de ciuperci se provoacă în ele mutații, după care sînt selecționate acelea la care se observă o mai mare activitate față de microbul indicat. Pe această cale însă nu se pot obține modificările dorite în organismele complexe, după cum nu putem să ameliorăm un mecanism complicat printr-o simplă lovitură întîmplătoare de ciocan.

Dacă savanții vor reuși să descopere o metodă de a provoca mutațiile în sensul dorit, atunci omul va avea în mîinile sale un mijloc de transformare pe scară largă a organismelor, incomparabil mai puternic decît metodele actuale de selecționare și hibridizare. În acest domeniu este necesară o îndelungată muncă de cercetare. E normal că la început se va obține priceperea de

a schimba cele mai simple organisme, urmînd abia ulterior ca această pricepere să se extindă și la altele din ce în ce mai complexe.

Să presupunem acum că, în final, oamenii de știință vor reuși să descopere metodele de a provoca în mod artificial mutațiile dorite pentru a putea schimba însăși făptura umană. Se va ridica atunci o chestiune interesantă și care va necesita o serioasă dezbatere: chestiunea oportunității modificării omului însuși. Se va putea atunci modifica totodată și structura societății umane, în felul descris de Aldoux Huxley în temerara sa lucrare utopic-fantastică „Brave New World". Istoria culturii ne mai învață că ceea ce astăzi este considerat drept fantastic, cu timpul devine realitate.

Dar aceasta este o chestiune a viitorului îndepărtat și cred că pentru moment nu e cazul să ne oprim asupra ei. Deocamdată merită să ne punem întrebarea: care sînt șansele pentru ca în anii următori să se poată descoperi metodele de realizare a mutațiilor controlate? Trebuie să arătăm acum că sîntem încă extrem de departe de rezolvarea acestei probleme dificile. S-ar putea ca studierea proprietăților fizice ale polimerilor sintetici să permită descoperirea unor metode de acțiune mai organizată asupra structurii lanțurilor lor moleculare.

E greu să afirmăm cînd se va realiza aceasta, dar, oricum problema are acum un caracter concret și este încadrabilă în legile cunoscute ale fizicii și chimiei.

Nu putem să nu remarcăm că cea mai completă problemă a naturii vii — ereditatea și acțiunea directă în scopul modificării speciei — a putut fi înțeleasă înaintea altor caracteristici și s-ar putea ca ereditatea să fie prima dintre ele care să fie controlabilă de către om.

În încheierea acestui paragraf aș vrea să ridic o chestiune fundamentală, legată de studierea naturii vii, și care urmează a fi rezolvată în viitor. Ea s-ar putea formula în felul următor: este oare suficientă actuala cunoaștere a legilor

lumii neînsufleţite pentru a putea permite caracterizarea fenomenelor care au loc în lumea vie ?

După cum ştim, majoritatea fenomenelor pot fi descrise cu ajutorul legilor existente, dar eu mă gîndesc că una dintre proprietăţile fundamentale ale lumii vii — capacitatea de a se reproduce — poate să reprezinte manifestarea unor forţe naturale încă necunoscute şi care să nu poată fi explicate prin legile existente ale interacţiunilor dintre particulele elementare. Nu există nici un fel de date care să ne împiedice să presupunem că, pentru lanţuri de atomi suficient de lungi şi cu o succesiune impusă de anumite reguli, nu s-ar putea să apară o nouă proprietate, similară capacităţii de reproducere din natura vie. S-ar putea ca o asemenea proprietate să fie imperceptibilă în cazul atomilor singulari sau al moleculelor nu prea complexe. Voi ilustra, prin exemplul care urmează, afirmaţia că o asemenea posibilitate nu trebuie exclusă.

După cum se ştie, forţa gravitaţională începe să joace un rol oarecare între particulele elementare doar atunci cînd există acumulări de asemenea particule. Aşa încît forţa gravitaţională nu se ia în considerare la descrierea interacţiunilor cuantice sau electrice ale atomilor, ea fiind sesizabilă în natură doar în cazul maselor importante. În mod similar, caracteristicile încă necunoscute ale interacţiunilor dintre atomi s-ar putea să devină evidente doar în cazul unor aşezări reciproce speciale.

Ştiinţa are datoria ca prin experimentări să elucideze legităţile autoreproducerii şi să depisteze parametrii prin intermediul cărora va fi posibilă caracterizarea cantitativă a acestor procese. Dacă se va reuşi un asemenea lucru, atunci se vor descoperi noi proprietăţi ale materiei, care ne-au scăpat la studierea naturii neînsufleţite.

Deocamdată nu se întrevede nici măcar modalitatea de abordare a acestei probleme, iar rezolvarea ei trebuie să o raportăm la viitorul îndepărtat.

Există încă un sector important al științei la care eu mă voi referi doar tangențial — știința despre societatea omenească. Acest domeniu al științelor sociale se caracterizează prin faptul că, pentru evidențierea legilor care îi sînt caracteristice, se folosește de metode teoretice proprii de cercetare și generalizare, care se deosebesc de cele folosite în cazul științelor naturii. Din aceste motive, între științele naturii și științele sociale există o graniță netă, care le separă ca pe două sectoare ale cunoașterii, independente și izolate.

Este general acceptat că știința fundamentală a legilor de dezvoltare și de construire a societății omenești — materialismul istoric — a fost întemeiată de Marx. El a fost cel care pentru prima oară a scos în evidență asemenea elemente de bază cum sînt structura de clasă, productivitatea muncii ș.a., cu ajutorul cărora poate fi caracterizată structura societății și care intră în legile determinante ale dezvoltării sale. Marx, Engels, Lenin și succesorii acestora au creat fundamentul științific pentru construirea noului tip de structură a societății — comunismul.

Tot între științele sociale ar trebui să considerăm și știința care se ocupă de activitatea nervoasă superioară a omului. Întemeietorii acestei discipline științifice fundamentale sînt socotiți I. P. Pavlov și Sigmund Freud. Ei au pus pentru prima oară experimentul la temelia studierii proceselor gîndirii. Ei au descoperit legile privind percepția de către om a mediului înconjurător, apariția reflexelor condiționate, influența subconștientului asupra activității umane.

Rezultatele cercetărilor lor și ale discipolilor lor sînt folosite astăzi pe scară largă în pedagogie, psihiatrie, justiție, iar în țările capitaliste și în scopuri de reclamă și propagandă. Fără îndoială, pe măsura dezvoltării științei care are drept obiect activitatea nervoasă superioară, vor ieși la iveală legăturile foarte strînse ale acesteia cu științele sociale.

În mod firesc am putea presupune : după cum succesul în dezvoltarea științelor biologice trebuie să se bazeze pe fizică și chimie, tot astfel dezvoltarea științei legilor ce stau la fundamentul organizării societății trebuie să se întemeieze pe știința care are drept obiect activitatea nervoasă superioară a omului. Numai pe o asemenea temelie științifică se poate organiza o educație și o instruire corectă a oamenilor și numai pornind de la ea se pot căuta formele corespunzătoare de organizare a muncii și a timpului liber al oamenilor.

Cel mai important este însă ca tocmai pe un fundament științific să se realizeze o structură sănătoasă și eficientă a societății. Noi trebuie să învățăm a edifica mecanismul de stat pe baza științei despre societate, iar acest mecanism trebuie calculat așa cum în prezent inginerii calculează o mașină electrică : să fie simplă și să funcționeze cu randament ridicat. Este deci absolut evidentă însemnătatea pentru umanitate a dezvoltării științelor sociale.

Atunci însă este normal să ne punem următoarea întrebare : de ce oare în epoca noastră pe care mulți o denumesc epoca revoluției științifico-tehnice, științele sociale se dezvoltă atît de puțin ? După părerea mea, explicația firească a întîrzierii în dezvoltarea științelor sociale poate fi pusă pe seama condițiilor neprielnice pentru aceasta, existente în prezent în țările capitaliste. Îmi voi permite să clarific această idee printr-o analogie cam neașteptată, care să ilustreze cît mai sugestiv situația în care se găsesc în prezent științele sociale.

Eu am impresia că condițiile de mediu în care se află științele sociale se aseamănă întrucîtva cu cele în care se aflau științele naturii în evul mediu. După cum se știe, principala frînă în dezvoltarea științelor naturii în acel timp era ambianța scolastică. Pe atunci biserica preluase monopolul interpretării — de pe poziții scolastice-dogmatice — a tuturor fenomenelor naturii, respingînd autoritar tot ceea ce ar fi contravenit

preceptelor canonice, fie și într-o măsură cît de mică. Tocmai această situație împiedica dezvoltarea științelor naturii. Abia cu trei sute de ani în urmă științele naturii s-au smuls de sub tutela bisericii și au început să se dezvolte rapid, această dezvoltare continuînd în ritm mereu crescător pînă în zilele noastre. Or, în momentul de față, există o mare diversitate de structuri statale care recunosc din științele sociale numai ceea ce demonstrează valabilitatea respectivelor structuri. Firește, în asemenea condiții, dezvoltarea științelor sociale este puternic stînjenită.

Ca exemplu pentru ilustrarea acestei stări de fapt să luăm învățarea de către tineri a științelor sociale în țările capitaliste. Acolo, ca dealtfel în toate școlile, tinerii învață legile mecanicii descoperite de Newton, dar nu învață materialismul istoric și deci legile descoperite de Marx după care funcționează societatea capitalistă. Legile descrise de Marx sînt tot atît de universale ca și legile lui Newton, societatea omenească se dezvoltă peste tot după aceleași legi. De ce atunci în științele sociale nu s-a ajuns la recunoașterea unor legi unice ?

Răspunsul este clar : știința despre societate nu este abordată obiectiv. Pînă cînd nu se va crea o asemenea poziție, științele sociale se vor dezvolta cu mare greutate. În acest fel se explică, după părerea mea, contrastul frapant care se constată în prezent între nivelurile de dezvoltare ale științelor sociale și ale științelor naturii.

Eu sper că nu mai este chiar atît de mult pînă cînd oamenii de pe întreaga planetă vor deveni conștienți de necesitatea recunoașterii legilor unice de dezvoltare a societății, iar pe această bază vor instaura orînduirea socială cea mai dreaptă și cea mai eficientă.

După cum se știe, posibilitățile tehnice puse în mîinile oamenilor de către știința contemporană pot genera conflicte atît de periculoase între state, încît în fața spectrului distrugerii generale popoarele din întreaga lume vor ajunge

la concluzia necesității unei orînduiri sociale eficiente și fundamentate științific, lipsită de războaie.

Se poate observa că dezvoltarea luptei pentru pace și recunoașterea periculosului impas în care au ajuns raporturile dintre sistemele sociale diferite trebuie să ducă cu necesitate la dezvoltarea intensivă a științelor sociale în viitorul cel mai apropiat.

PROBLEMELE ȘTIINȚIFICE GLOBALE ALE VIITORULUI IMEDIAT

Cuvîntare rostită la întîlnirea oamenilor de știință organizată de revista „Voprosî filosofii"

1972

Principalul element care face ca problemele ce se discută astăzi, aici, să fie atît de importante este anvergura lor mondială. În secolul nostru, rezolvarea unei serii de probleme nu se mai poate limita la scara unei singure țări, pentru ele fiind necesare soluții la scara întregii planete. O asemenea conștiință a caracterului mondial al raporturilor omului cu natura a apărut pentru prima oară în legătură cu bomba atomică și cu primejdia războiului mondial nuclear. Toată lumea a înțeles că un asemenea război, oriunde ar izbucni, poate să infesteze, în cîteva ore, întreg globul pămîntesc, să pună în pericol existența speciei umane. Această amenințare îi determină pe oameni să se opună folosirii armamentului nuclear.

Mai există în zilele noastre oameni care își închipuie că, dacă s-ar închide în adăposturi prevăzute cu filtre, care să-i protejeze împotriva pericolului de iradiere, ar rămîne în viață. Este

o gravă eroare, deoarece ei uită că omul poate trăi numai în condiţiile respectării unui echilibru în raporturile cu natura. Nu poate fi vorba despre un asemenea echilibru cînd, pe de o parte, omul este încă viu, dar natura din spaţiul care îl înconjoară a fost distrusă de contaminarea radioactivă generată de războiul mondial atomic. La ieşirea din adăpost, omul nu ar putea supravieţui, între altele, din lipsă de proteine, pentru că toată fauna majoră de pe Pămînt va fi fost deja distrusă, iar echilibrul general din natură, anihilat.

În prezent se pot distinge trei grupuri principale de probleme globale: 1) probleme tehnico-economice, legate de epuizarea resurselor naturale ale planetei; 2) probleme ecologice, legate de menţinerea echilibrului între activitatea omului şi natura vie, în condiţiile poluării mediului înconjurător; 3) probleme social-politice, întrucît aceste probleme trebuie rezolvate la scara întregii omeniri.

S-a observat mai demult, odată cu studierea problemelor de anvergură mondială, că indicatorii cantitativi obişnuiţi, ce caracterizează dinamica proceselor respective, au o evoluţie de tipul progresiilor geometrice, reprezentînd, faţă de timp, funcţii exponenţiale. Trăsătura caracteristică a acestor procese este aceea că, în ultima fază, ele prezintă în desfăşurarea lor acceleraţii care le conferă caracterul unor explozii. Exemplul cel mai obişnuit de asemenea proces este tocmai explozia bombei atomice. În procesul reacţiei nucleare, fiecare neutron dă naştere la mai mult de un singur neutron, numărul neutronilor creşte exponenţial, creşte energia degajată, iar în final se produce explozia.

Asemenea procese exponenţiale au loc şi în cazul înmulţirii oamenilor, în procesele demografice. Populaţia actuală a planetei este de circa 3,7 miliarde de oameni. Dacă ea va continua să crească în aceleaşi ritmuri ca cele care s-au atins în acest secol (în medie cu 2% pe an), atunci peste 700 de ani planeta va fi atît de dens

populată, încît va reveni cîte un om de fiecare metru pătrat din suprafaţa globului. Evident, un asemenea lucru este cu neputinţă, astfel încît procesul de înmulţire a oamenilor trebuie să se oprească încă cu mult timp mai înainte. Cînd, în ce condiţii va avea loc aceasta şi ce va deveni civilizaţia noastră atunci, constituie principala problemă a omenirii în viitorul cel mai apropiat.

Această problemă complicată începe să fie studiată cantitativ şi complet folosindu-se datele statistice actuale de pe întreg globul ; lucrul a devenit posibil graţie utilizării maşinilor de calcul electronic. Cele mai interesante şi mai convingătoare rezultate au obţinut în ultimii ani colectivele conduse de J. W. Forrester [1] şi de soţii D. M. şi D. L. Meadows [2]. În lucrările lor se arată că „caracterul exploziv" al proceselor ecologice nu este provocat doar de caracterul exponenţial al procesului de înmulţire a oamenilor. O serie de alte procese — creşterea consumului de energie electrică, de minereuri, poluarea mediului înconjurător — au, de asemenea, o creştere exponenţială şi pot, la rîndul lor, să ducă în viitorul nu prea îndepărtat la o criză mondială, care, datorită apariţiei sale neaşteptate, va avea caracterul unei explozii.

Energetica furnizează una din cele mai importante probleme globale, deoarece utilizarea de către oameni a resurselor de energie ale naturii constituie principalul factor determinant pentru civilizaţia contemporană şi pentru bunăstarea omenirii. În prezent, cel mai important mineral pentru energetică este cărbunele, iar dacă utilizarea sa ar rămîne la actualul nivel, atunci rezervele de cărbune ar ajunge pentru circa o mie de ani. Dar, chiar dacă populaţia s-ar pastra aceeaşi, iar consumul de energie pe cap de locuitor va continua să crească în acelaşi ritm ca cel din ultima sută de ani, atunci rezervele de cărbune vor fi suficiente doar pentru 100—150 de ani. Crize şi mai apropiate se pot prevedea şi pentru alte genuri de minereuri. De exemplu, argintul va ajunge doar pentru circa 13—40 de

ani, plumbul pentru 20—60 de ani ş.a.m.d. (aceasta în condiţiile considerării şi rezervelor încă nedescoperite, amplificate de cinci ori) [3].

După cum se cunoaşte deja, ştiinţa poate furniza o ieşire din criza iminentă. Problema energetică, atît de importantă pentru omenire, poate fi rezolvată prin utilizarea proceselor termonucleare controlate. Sursa de energie în acest scop o constituie deuteriul, izotopul greu al hidrogenului, din care oceanele conţin cantităţi practic nelimitate.

Criza mondială provocată de epuizarea resurselor minerale poate fi rezolvată de ştiinţă prin trecerea industriei la aşa-numitele „procese închise", aşa cum se petrec lucrurile în natură, unde nu se aruncă nimic, totul fiind folosit de fiecare dată din nou. Din punct de vedere ştiinţific, procesele închise sînt perfect realizabile, chiar dacă sînt cu mult mai complicate. La înfăptuirea proceselor închise principala problemă care se va ridica va fi creşterea consumurilor de energie. De aceea, realizarea lor la scara planetei va deveni posibilă doar atunci cînd oamenii vor dispune de surse de energie practic nelimitate, de genul în care este acum doar energia termonucleară.

Epuizarea resurselor minerale pentru unele dintre substanţele cele mai importante constituie deja o ameninţare la adresa generaţiei noastre. De aceea, rezolvarea problemelor tehnico-economice din complexul de probleme „omul şi natura" este presantă. Numai că cu această ocazie se ridică probleme de ordin social-politic: dată fiind anvergura lor planetară, nu li se poate da o rezolvare la scară naţională, soluţionarea devenind reală doar printr-o cooperare internaţională largă, pe baza principiilor coexistenţei paşnice a statelor cu orînduiri sociale diferite.

Următorul grup de probleme — cel ecologic — apare ca rezultat al distrugerii echilibrului natural, consecinţă a poluării mediului înconjurător, tot la scara planetei. Chiar dacă această pro-

blemă este mai puțin gravă decît epuizarea resurselor de minereuri, ea este cu mult mai vizibilă, este mult mai acut resimțită de către oameni și de aceea se găsește în centrul atenției atît a diferitelor țări, cît și a O.N.U. Principala dificultate în rezolvarea acestei probleme stă în faptul că, prin dimensiunile planetare ale proceselor tehnice existente la actualul nivel al civilizației, s-a ajuns la o asemenea modificare a mediului ambiant — aerul, apa și solul — încît echilibrul biologic, care a existat pînă recent în natură, nu mai poate fi menținut, ceea ce duce la moartea faunei și florei, elemente necesare existenței oamenilor.

În actualele procese tehnologice, necesare civilizației contemporane, nu se poate evita afectarea proceselor ecologice existente pînă acum, așa încît este nevoie de alte tipuri ale echilibrului biologic în natură. Găsirea condițiilor necesare pentru aceste procese, astfel încît natura să se poată dezvolta în concordanță cu cerințele culturii omenești, constituie una dintre sarcinile fundamentale care revin spre rezolvare ecologiei.

Dacă în prezent ecologia studiază procesele existente în vederea menținerii echilibrului în natură, acum ea trebuie să găsească noi condiții de echilibru. Ca exemplu de asemenea căutare putem lua cazul Baikalului. Industria are nevoie de apa dulce a lacurilor. Ea există în Baikal în cantități colosale, reprezentînd o bogăție inestimabilă. Problema nu se reduce numai la a pompa apă din Baikal. El este valoros nu prin faptul că conține cantități uriașe de apă dulce, ci prin aceea că reprezintă un filtru biologic de o imensă capacitate, producător de apă curată. Apa se scurge în Baikal prin rîurile care se varsă în el, incomparabil mai murdară decît devine ea ulterior și se scurge apoi la vale. Dacă în Baikal ar intra o apă curată, să zicem, apă distilată, în lac viața ar dispărea și el ar înceta să prelucreze cantitățile noi de apă impură care se scurg în el.

Importanța industrială a Baikalului se datorește faptului că el reprezintă cel mai puternic purificator al apei, așa că grija noastră trebuie să fie cum să-i păstrăm capacitatea sa de purificare. De aceea, lozinca „nu vă atingeți de Baikal" este greșită. Baikalul trebuie să fie exploatat, dar în așa fel încît să nu distrugem în el viața și să-i păstrăm proprietățile de filtru. Pentru aceasta trebuie să știm cu ce și în ce măsură putem să murdărim apa Baikalului, pentru ca el să poată prelucra aceste materii și în fine să purifice apa. Astfel, sarcina de a ne folosi de Baikal, pune în fața savanților biologi o problemă absolut precisă privind procesele ecologice care au loc în apele sale, la deversarea în el a reziduurilor industriale. În fața savanților chimiști se pune problema elaborării unor procese tehnologice care, prin reziduurile lor, să satisfacă cerințele evidențiate de biologi, așa încît procesul de prelucrare să se poată efectua în apele Baikalului.

Se știe, de exemplu, că eficacitatea proceselor biologice ce se petrec în apă depinde în măsură însemnată de cantitatea de oxigen dizolvat în apă. De aceea, în acele sectoare ale lacului în care se produce poluarea, s-ar putea amplifica intensitatea proceselor biologice saturînd apa cu oxigen, pompînd în ea aer, în felul în care se procedează de obicei în acvarii. Tehnica modernă dispune astăzi nu numai de capacitatea de a distruge viața, ci și de a o stimula. Este nevoie să vindecăm natura de boli, tot așa cum procedăm și cu oamenii bolnavi. În cazul unei rezolvări corecte a problemei s-ar putea chiar ca puterea de filtrare a lacului să crească.

Sarcina de a organiza aceste lucrări revine Comitetului de stat al planificării și Academiei de Științe a U.R.S.S. În condițiile economiei socialiste statul este absolut în măsură să asigure conlucrarea organizată a industriei cu oamenii de știință, necesară pentru exploatarea corectă a apelor Baikalului.

Un exemplu concludent de ceea ce se întîmplă cu lacurile a căror apă a fost folosită incorect şi fără a ţine seama de procesele biologice care au loc în ele îl reprezintă, în S.U.A., Marile Lacuri. Industriile care folosesc apele acestor lacuri au impurificat în asemenea măsură aceste ape, încît viaţa a dispărut complet în ele, iar pentru unele procese tehnologice apa nici măcar nu mai corespunde. Din aceste motive, guvernul S.U.A. a luat hotărîrea de a restabili viaţa în aceste lacuri. Pentru aceasta însă trebuie reorganizate pe de-a-ntregul metodele de utilizare a apei, astfel încît să se creeze acel proces ecologic, necesar pentru reînvierea vieţii în lacuri.

În acest scop guvernul S.U.A. va aloca în viitorii trei ani suma de 5 miliarde de dolari. Cu toate acestea, se apreciază că această sumă ar putea fi insuficientă pentru a reînvia Marile Lacuri. O serie de experţi afirmă că pentru o asemenea operaţie ar fi necesară suma de 25 miliarde de dolari.

Indiscutabil, ecologia trebuie să devină una din disciplinele centrale ale ştiinţelor biologice. Misiunea sa de bază nu este numai studierea echilibrelor biologice existente în prezent în natură, ci, ceea ce este mai important chiar, să determine echilibrele păstrătoare de viaţă în condiţiile utilizării naturii de către actualele procese industriale şi să studieze procesele de echilibru necesare în condiţiile folosirii pe scară largă a diferitelor preparate chimice în agricultură. Toate aceste procese de acţiune a omului asupra naturii au atins în prezent dimensiuni planetare şi, cum dezvoltarea lor urmează o lege exponenţială, lăsarea lor în afara unui control le poate permite să evolueze către explozie.

Cel de-al treilea grup al problemelor globale ar fi crearea acelor condiţii sociale care să facă posibilă dezvoltarea tehnicii şi industriei pe baze ştiinţifice, în aşa fel încît să aibă loc o dezvoltare armonioasă a civilizaţiei, fără izbucnirea bruscă de catastrofe.

Pentru primele două grupuri de probleme, deja prezentate în prima parte a acestei intervenții, putem proceda la o planificare clară a chestiunilor care revin spre rezolvare științei, în domenii cum ar fi de exemplu energetica, tehnologia și ecologia, pentru a preveni catastrofele care ne amenință din cauza epuizării rezervelor de minereuri și a poluării mediului înconjurător. Există temeiuri depline pentru a afirma că știința va putea rezolva primele două grupuri de probleme, însă conceperea și punerea în aplicare a măsurilor corespunzătoare, la scară planetară, constituie o chestiune de ordin social, a cărei rezolvare se găsește deocamdată în fază embrionară.

Încep să se contureze principalele dificultăți legate de rezolvarea acestor probleme sociale. Deoarece soluționarea lor reclamă adoptarea de măsuri la scară internațională, se poate ajunge la contradicții de interese naționale ale diferitelor țări.

Să luăm un exemplu simplu, acela a două țări vecine. Una dintre ele produce celuloză, fără să impurifice apele. Cea de-a doua, prin producția sa de celuloză, poluează apele. În acest fel, prețul celulozei produse de prima țară este mai ridicat, dar ea nu poluează oceanul. Toate statele riverane sînt interesate de păstrarea purității apelor oceanului, deci curățenia apelor este o problemă internațională. Apare atunci chestiunea : cum să fie determinată țara cu industrie poluantă să adopte procesul tehnologic mai scump, nepoluant ? Așa ceva contravine intereselor sale naționale : ea trebuie să piardă din piața de desfacere și să cheltuiască pentru instalarea unor utilaje mai scumpe.

Nu s-au găsit încă mijloacele eficiente prin care țările să fie determinate să înceteze poluarea mediului înconjurător. Lucrul acesta se vede și din cazul țărilor care, de dragul intereselor lor îngust-naționale, efectuează explozii nucleare

în atmosferă, infestînd-o radioactiv. De aceea, eu cred că în viitorul cel mai apropiat oamenii vor trebui să creeze o organizație internațională cu autoritatea necesară pentru a putea controla la scară planetară aceste probleme internaționale.

În prezent a început să se desfășoare o largă dezbatere asupra acestor probleme sociale mondiale. Unele polarizări în cadrul acestei dezbateri au devenit deja evidente. Chiar și în Occident o serie de economiști-sociologi apreciază că rezolvarea problemelor tehnico-economice la scara întregii planete este posibilă doar în condițiile organizării socialiste a industriei. În acest sens s-a pronunțat, de exemplu, cunoscutul economist olandez Sicco Mansholt [4].

Există și alte orientări, ai căror reprezentanți afirmă de pildă că sistemele de organizare capitaliste au găsit în ele pînă în prezent posibilitățile necesare pentru autoreglarea proceselor prin intermediul prețurilor și al impozitelor și că acum, prin aceleași mijloace, ele vor putea rezolva și problemele globale. În acest fel se pronunță, de exemplu, profesorul de economie C. Kausen de la Universitatea Harvard [5]. Deocamdată însă toate aceste opinii nu au caracterul concret necesar.

Este în afara oricărei discuții că temelia trainică pentru rezolvarea problemelor globale o asigură organizarea socialistă a economiei naționale. S-a putut observa deja că rezolvarea problemelor ecologice la scară mare este pe deplin realizabilă în condițiile țării noastre. Astfel, utilizarea apelor Baikalului poate constitui un exemplu cu valoare internațională. Întemeindu-ne pe acest caz noi putem demonstra că sîntem în măsură să exploatăm bogățiile Baikalului fără a distruge echilibrul natural, ceea ce n-au putut realiza țările capitaliste. În acest fel, am putea arăta în fapt că, prin esența sa, socialismul, spre deosebire de capitalism, este cu mult mai potrivit pentru soluționarea acestui gen de probleme eco-

logice. Acesta și este motivul pentru care opinia publică acordă o mare atenție problemei Baikalului. Cred că ar trebui să îndreptăm spre Baikal cele mai bune dintre capacitățile noastre în domeniul biologiei și tehnicii, astfel încît biologii și tehnologii să se ocupe împreună de ecologia proceselor vii din apele acestui lac.

Eu sînt convins că necesitatea rezolvării problemelor mondiale la scară internațională va influența pozitiv găsirea soluțiilor pentru coexistența pașnică și pentru dezarmare.

O trăsătură caracteristică a cheltuielilor pentru înarmare o reprezintă faptul că marile consumuri de energie ale flotelor, aviației și trupelor mecanizate înghit fonduri. Se mai știe că producția de tehnică militară este o mare consumatoare de materiale scumpe. Dar nimic din aceste cheltuieli nu merge spre sporirea nivelului de trai al oamenilor. În plus, în cazul producerii și utilizării armamentelor, nu este posibil să se organizeze „procesele închise" atît de necesare echilibrului economic.

Atunci cînd va apărea pe întreg globul criza materiilor prime și a resurselor energetice, iar aceasta se va repercuta catastrofal asupra nivelului de trai al oamenilor, omenirea nu va avea altă soluție decît să-și reducă înarmările, fiindcă riscul pieirii ca urmare a vreunei agresiuni va deveni mai puțin grav decît riscul dispariției din pricina lipsei materiilor prime. Tocmai deoarece se va impune ca soluționarea problemelor mondiale să aibă loc printr-o strînsă cooperare internațională, oamenii vor începe să simtă că locuiesc de fapt în același apartament și că întreaga omenire are un singur adversar : criza globală iminentă, cu care trebuie să înceapă a se lupta cot la cot, lăsînd la o parte toate diferendele.

Interesul pentru problemele globale crește rapid, iar în cursul dezbaterii lor sînt, bineînțeles, inevitabile multe deosebiri în aprecierea dimen-

siunilor problemelor sau în avansarea soluțiilor de rezolvare. Există însă un punct comun tuturor celor care își spun părerea asupra acestor probleme : cu toții sînt de acord că aceste probleme globale sînt de o importanță cu totul excepțională pentru toată lumea și că forțele culturale de bază ale fiecărei țări trebuie concentrate în vederea soluționării lor.

Omenirea mai are la dispoziție pentru rezolvarea acestor probleme relativ puțin timp, în orice caz mai puțin de un secol, pe durata căruia trebuie să preîntîmpinăm criza ecologică. Prima condiție pentru ca omenirea să treacă cu toată energia la soluționarea acestor probleme este ca oamenii din toate păturile sociale să devină conștienți de importanța și consecințele unei crize globale. Savanții sînt cei care pot să explice aceasta oamenilor, ei fiind primii care au determinat cantitativ efectele crizei care ne pîndește și care pot indica pe ce căi trebuie să înainteze civilizația pentru a evita încercările care o amenință.

Prin urmare, sarcina tuturor savanților, atît din domeniile științelor naturii, cît și ale științelor umaniste, este să dezvolte conștiința colectivă a oamenilor în așa fel, încît aceștia să acționeze uniți pentru rezolvarea problemelor ecologice ale întregului nostru glob, cu toții fiind acum conștienți că dimensiunile sale sînt cu totul limitate.

BIBLIOGRAFIE

1. J. W. Forrester : *World Dynamics*, Cambridge, 1971.
2. D. M. Meadows, D. L. Meadows, J. Rangers, W. W. Behrens III : *The Limits to Growth*, New York, 1972.
3. L. R. Heilbroner : *Growth and Survival*, „Foreign Affairs", Oct., 1972, p. 139—153.
4. *Ecologie et révolution*, S. Mansholt et al. „Nouvel Observateur" No 397, Suppl. spéc., 11 (1972).
5. C. Kausen, *The Computer that Printed Out WOLF*, „Foreign Affairs", July, 1972, p. 660.

PROBLEMELE GLOBALE ŞI ENERGIA

Prelegere ţinută la Universitatea din Stockholm

1976

Prin probleme globale vom înţelege în cele ce urmează problemele a căror rezolvare trebuie să aibă loc la scara întregului glob pămîntesc. În timpurile vechi, în cărţile „sfinte" sau în lucrări de artă apăreau probleme cum ar fi judecata de apoi, ori potopul.

În prezent avem de-a face cu probleme globale reale, a căror rezolvare este cea mai însemnată sarcină socială şi ştiinţifică a întregii omeniri. Găsirea şi fundamentarea rezolvării lor revine oamenilor de ştiinţă, în vreme ce punerea lor în practică la scară planetară este de resortul oamenilor politici. Din aceste motive, analiza acestor probleme se află tot mai frecvent în centrul atenţiei atît a oamenilor de ştiinţă, cît şi a activiştilor pe tărîm obştesc.

Cauza apariţiei problemelor globale este bine cunoscută : omul se deosebeşte de celelalte vieţuitoare prin faptul că animalul se adaptează naturii, pe cînd omul transformă şi adaptează natura la necesităţile sale. În secolul nostru, datorită creşterii numărului de locuitori ai Pămîntului şi dezvoltării culturii materiale, procesele tehnice şi energetice au început să modifice condiţiile naturale ale planetei. A devenit clar că unele dintre aceste modificări sînt de asemenea amploare, încît constituie un pericol pentru existenţa şi bunăstarea întregii omeniri.

Oamenii au ajuns pentru prima oară conştienţi de aceasta cînd a devenit posibil războiul nuclear. Este unanim recunoscut în prezent că, în cazul izbucnirii unui război nuclear, cantităţile existente de armament atomic sînt suficiente pentru a ucide o parte însemnată a populaţiei glo-

bului și, ceea ce este și mai grav, pentru a contamina radioactiv Pămîntul așa încît populația rămasă în viață, fie să moară în perioada următoare, fie să fie silită să ducă o existență similară celei din timpurile preistorice.

Atîta vreme cît conducătorii de guverne vor fi conștienți de aceste lucruri, iar în acțiunile lor vor fi conduși de rațiune și nu se vor lăsa pradă impulsurilor emoționale, va exista un control asupra posibilității izbucnirii unui război nuclear.

Înainte de a trece la analiza concretă a cîtorva dintre problemele globale, cred că este util să ne oprim asupra unei trăsături comune a acestor probleme, căreia de obicei nu i se acordă suficientă atenție : fenomenele prin care se manifestă problemele globale au, de regulă, o dezvoltare care este descrisă prin așa-numita progresie geometrică, sau, cu alte cuvinte, o dezvoltare exponențială. Faptul a fost observat pentru prima dată acum două sute de ani cu referire la procesele demografice.

Legea dezvoltării în progresie geometrică ascunde în ea o caracteristică relativ surprinzătoare : ea duce, inevitabil, la o anumită fază a procesului numită, de obicei, explozie. Acest lucru a fost observat încă din vechime. Astfel, într-o povestire orientală se spune cum un înțelept, aducînd împăratului un mare serviciu, urma să fie răsplătit de acesta. Mărinimos, împăratul i-a propus înțeleptului să-și asigure singur răsplata. Acesta a rugat să fie plătit cu boabe de grîu. Anume, el a cerut ca pentru prima pătrățică a tablei de șah să i se dea un bob de grîu, pentru cea de a doua, de două ori mai mult, deci două boabe, pentru a treia patru boabe, continuînd astfel, adică în progresie geometrică, pînă la cea de a 64-a pătrățică. Legenda spune că împăratul a fost surprins de modestia înțeleptului, dar atunci cînd s-a trecut la satisfacerea acestei dorințe, s-a dovedit că ea depășea toate posibilitățile împărăției. Aceasta este o problemă care se dă în școală, în clasele mari, iar calculele arată

că greutatea însumată a boabelor reprezintă mai mult de o sută de miliarde de tone, adică aproximativ zece recolte anuale ce s-ar culege astăzi de pe întregul pămînt!

În afară de aceasta, există şi altă trăsătură a proceselor cu dezvoltare în progresie geometrică. Se poate arăta uşor că nu numai rezultatul progresiei, ci şi viteza de creştere a mărimii rezultate urmează şi ea o progresie geometrică. După un interval de timp suficient de scurt, această viteză poate şi ea să devină extrem de mare. Tocmai de aceea procesele cu o dezvoltare rapidă au căpătat numele de procese explozive.

Iată de ce vorbim astăzi de o explozie demografică, chiar dacă în secolul nostru creşterea anuală a populaţiei globului a fost în medie de 2%. Este interesant să mai remarcăm că noi, de obicei, vorbim despre o revoluţie ştiinţifico-tehnică, ca şi cum creşterea furtunoasă, neobişnuită, a ştiinţei ar fi început să se producă acum, pe neaşteptate. Dar lucrurile nu stau aşa, ceea ce se poate vedea din următoarele:

În figura de la pagina 96 [1] a acestei cărţi s-a reprodus numărul total al publicaţiilor ştiinţifice periodice, care s-au editat în întreaga lume [1], printr-o diagramă avînd anii pe axa orizontală şi numărul publicaţiilor pe axa verticală. După cum se vede, în ultimii 300 de ani, deci din momentul cînd graţie apariţiei tiparului şi legăturilor poştale ştiinţa şi-a început dezvoltarea la scară internaţională, numărul revistelor a crescut în progresie geometrică, dublîndu-se la fiecare 14 ani. În mod normal, volumul de lucrări ştiinţifice publicate este proporţional cu volumul activităţii oamenilor de ştiinţă, şi atunci creşterea numărului publicaţiilor poate caracteriza dezvoltarea cercetării ştiinţifice.

După cum arată curba de pe această figură, legea dezvoltării exponenţiale a ştiinţei nu s-a schimbat nici pînă în ziua de azi, dar, din punct de vedere matematic, nu se poate vorbi de vreo explozie. Evident, un proces care se dezvoltă în progresie geometrică trebuie să tindă către o

limită, la care dezvoltarea încetează. Apropierea de această limită are caracterul unei explozii.

Am să dau exemplul unui fenomen, bine cunoscut nouă, care se dezvoltă în progresie geometrică pînă către o anumită limită — boala infecţioasă. Infecţia se produce în organism ; să admitem că microbul care generează această infecţie se divide o singură dată în fiecare oră. Numărul de microbi în organismul omului începe să crească, la fel cum creşteau boabele de grîu pe pătratele tablei de şah. Se poate calcula uşor că, în trei zile, numărul microbilor va atinge cifra astronomică de 10^{21} ; un asemenea lucru nu este posibil, căci greutatea microbilor ar depăşi greutatea corpului bolnavului. Prin urmare, procesul trebuie să se oprească înainte de a se ajunge aici şi ştim cu toţii cum are loc aceasta în cazul îmbolnăvirilor. Cînd concentraţia microbilor atinge o anume valoare, omul se simte bolnav, iar acest lucru se petrece pe neaşteptate, are caracter de explozie. În continuare, procesul se poate opri în trei moduri : fie procesul de înmulţire a microbilor din organism încetează şi atunci omul se însănătoşeşte, fie microbii îşi continuă înmulţirea şi omul moare, odată cu microbii. În fine, mai există o rezolvare distinctă : starea de echilibru, cînd organismul omului omoară atîţia microbi cîţi au apărut în plus, ceea ce reprezintă trecerea la boala cronică.

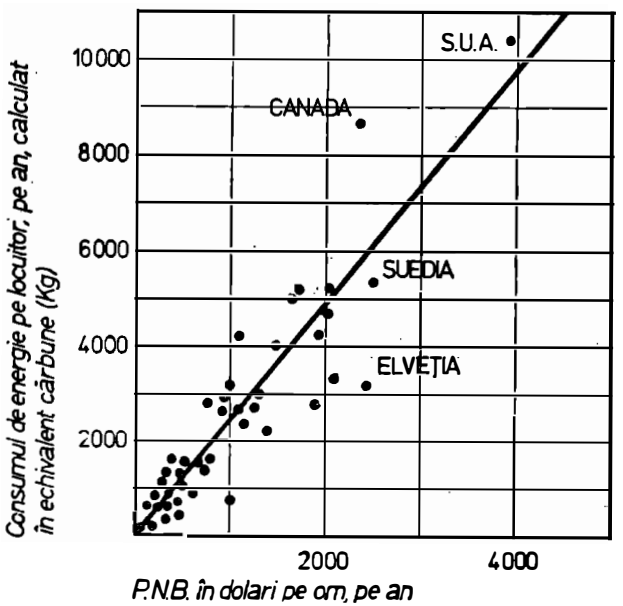
Boala infecţioasă, care se dezvoltă după o progresie geometrică, este asemănătoare din multe puncte de vedere proceselor globale care au început să se petreacă pe planeta noastră. Dintr-odată ne-am simţit bolnavi şi, pentru a nu pieri, am început să ne gîndim serios cum ne-am putea vindeca. În acest scop, însă, este evident necesar să înţelegem natura bolii de care suferim.

Desigur, una dintre principalele probleme globale este creşterea neîncetată a populaţiei globului (deosebit de puternică în anumite ţări). Acest proces, mai devreme sau mai tîrziu, va trebui să se oprească, fie chiar din cauza faptului că nu va mai exista destulă hrană pentru supravieţuire.

Misiunea oamenilor este de a sista fără dureri această creștere, evitînd oprirea determinată de moartea prin inaniție, așa cum începe să aibă loc în prezent.

După cum bine știți, aceasta este o problemă care se discută în cercuri foarte largi, dar deocamdată nu s-au găsit rezolvări unanim acceptabile. Nu ne vom mai referi la această problemă aici, ci ne vom limita la a presupune că în următoarea sută de ani, într-un fel sau altul, populația globului nu se va modifica prea mult. Ne vom concentra în cele ce urmează asupra întrebării : cum să asigurăm oamenilor, în mod constant, un nivel destul de ridicat al unei vieți civilizate ? Vrem să arătăm că acest lucru este realizabil, dacă și numai dacă, la scara întregului glob se va rezolva problema energiei.

Este bine cunoscută dependența dintre nivelul vieții civilizate și gradul de asigurare cu energie. Ea este sugestiv ilustrată prin diagrama de mai jos, în care, pentru o serie de țări, se



reproduce pe axa orizontală produsul naţional brut pe cap de locuitor şi pe an, exprimat în dolari, iar pe axa verticală, cererea de energie pentru un locuitor, transpusă în necesarul de cărbune, exprimat în kilograme pe an [2]. După cum se vede din diagramă, în limitele unei fluctuaţii fireşti, subzistă o proporţionalitate simplă între produsul naţional brut pe cap de locuitor şi resursele energetice ale ţării. Lucrul este de la sine înţeles: pentru producerea oricărui obiect trebuie să efectuăm o serie de operaţii, adică să consumăm energie. Conform statisticilor, în ţările cele mai dezvoltate revine o putere medie de 10 kilowaţi pe locuitor, ceea ce reprezintă de sute de ori mai mult decît se poate realiza prin acţiunea muşchilor omului.

Prin urmare, creşterea nivelului de trai material al omului este legată în modul cel mai strîns de energia care se poate produce. În prezent consumul de energie creşte rapid, şi aceasta nu numai în vederea sporirii nivelului de trai material al oamenilor din ţările avansate, ci, mai ales, din cauza necesităţii de a ridica nivelul de trai în ţările în curs de dezvoltare. În plus, creşterea consumului de energie este legată de necesitatea rezolvării unor probleme globale apărute în aceşti ani.

După cum se ştie, rezervele de minerale utile industriei, mai ales de argint, cositor, aramă şi altele au început să se epuizeze. Se ajunge la nevoia de a le extrage din minereuri şi mai sărace în conţinut. Sîntem de pe acum nevoiţi să extragem unele metale (magneziul, de exemplu) din apa mării. În acest scop se consumă mai multă energie pentru kilogramul de substanţă utilă obţinută.

Consumul de energie va mai creşte în cadrul luptei împotriva poluării mediului ambiant, fenomen de o amploare ameninţătoare. Se ştie că procesele tehnologice care nu generează reziduuri dăunătoare din unele industrii, cum ar fi fabricarea hîrtiei, sînt mai mari consumatoare de energie.

La rîndul ei, creşterea eficienţei activităţilor agricole necesită producerea de îngrăşăminte minerale, în particular azotoase, ceea ce de asemenea duce la cheltuieli mai mari de energie.

În fine se mai poate presupune că prin dezvoltarea tehnologiilor chimice şi a creării de posibilităţi pentru producerea unor substanţe organice din cele anorganice, inclusiv a albuminelor, va apărea posibilitatea de a asigura oamenilor hrană sintetică, făcînd alimentaţia mai puţin dependentă de produsele obţinute acum din agricultură. Dar şi aceasta va necesita energie.

Rolul atît de important al energeticii în dezvoltarea culturii materiale a oamenilor explică şi faptul că consumul de energie în lume creşte în progresie geometrică, în ultimii cincizeci de ani creşterea fiind de 5% pe an. Acesta este indicatorul celei mai înalte creşteri în economia mondială, iar în toate zonele investiţiile capitale în energetică sînt preponderente.

Din pricină că energetica are un rol conducător în economia naţională, evitarea crizei energetice care se apropie constituie cea mai importantă dintre problemele globale.

Cauza crizei energetice iminente este bine cunoscută. Cel puţin 90% din sursele de energie folosite în prezent reprezintă combustibil precum cărbune, petrol, gaze naturale şi altele. Energia chimică s-a acumulat în aceşti combustibili datorită unor procese biologice desfăşurate în cursul mai multor mii de ani. S-ar părea că la actualele ritmuri de utilizare, rezervele acestor substanţe pe Pămînt se vor epuiza în viitorul nu prea îndepărtat. Nu putem, bine înţeles, să precizăm cu exactitate cînd va avea loc aceasta, dar, cu toată convingerea putem afirma că peste circa o sută-două de ani, nu vom mai avea asemenea combustibili. Putem, desigur, să amînăm întrucîtva acest moment, prin folosirea mai economicoasă a energiei, prin perfecţionarea tehnologiilor, prin eliminarea cheltuielilor energetice pentru înarmare etc. În acest fel nu vom face decît să

întîrziem criza, dar nu o vom preîntîmpina, căci, în conformitate cu legea conservării energiei, nu putem realiza un *perpetuum mobile* cu ajutorul căruia să putem obține energie. De aceea, dacă nu se vor găsi alte izvoare de energie pentru substituirea actualilor combustibili fosili, va avea loc inevitabil o reducere a consumului de energie, reducîndu-se corespunzător și nivelul de trai al oamenilor.

Este limpede pe ce cale trebuie rezolvată problema: prin găsirea unor surse de energie care, practic, să nu se epuizeze în timp. Cele mai importante dintre ele sînt deja cunoscute — energia solară, căldura geotermală, energia hidraulică a rîurilor și a fluxurilor marine. Dar, după cum ne arată analizele efectuate [3], ele nu pot rezolva, la scara cuvenită, problema, în condiții economice.

Dificultatea principală provine din faptul că cea mai mare parte din energia necesară în prezent în economia națională este cerută de industria grea (metalurgie, construcția de mașini, transporturile, construcțiile etc.). Pentru satisfacerea acestor cerințe, este necesară o energie electrică ieftină, cu o putere de sute de milioane de kilowați. Industria solicită mult mai multă energie decît cea consumată în scopuri casnice, pentru frigidere, mașini de spălat, televizoare etc. Dacă am vrea să satisfacem cerințele energetice ale economiei naționale pe seama energiei de radiație care vine de la Soare, ne-ar trebui pentru o putere de un milion de kilowați suprafețe colectoare de circa 10 milioane de kilometri pătrați. Calculele preliminare arată că, pentru oricare din metodele propuse de transformare a energiei radiației solare în energie mecanică sau electrică, cheltuielile în investițiile capitale nu se justifică prin energia obținută. Lucrul se explică prin aceea că, pentru o utilizare eficientă, fluxul de energie trebuie să prezinte o densitate suficient de mare, ceea ce nu este o caracteristică a energiei solare.

Tot calculele arată că nici căldura geotermală nu prezintă densitatea corespunzătoare pentru a

putea fi utilizată în mod rentabil, din cauza proastei conductibilități. Căldura geotermală oferă densitatea satisfăcătoare a fluxului de energie pentru a putea fi folosită în mod acceptabil doar în regiunile vulcanice. Asemenea zone sînt însă puține. De exemplu, în Italia, unde se folosește deja de mulți ani încălzirea din sursă geotermală, ea reprezintă doar 2% din balanța de energie a țării.

Lucrurile stau ceva mai bine cu utilizarea energiei apelor. Practica ne-a dovedit însă că energia electrică se produce în condiții de rentabilitate doar în zonele muntoase, unde există importante diferențe de nivel care creează diferențe de presiune a apei. Prin urmare, utilizarea energiei hidraulice este limitată. În balanța energetică mondială, energia hidraulică nu reprezintă mai mult de 5% ceea ce, s-ar părea, constituie o limită.

Și mai rău stăm cu folosirea vînturilor. Concentrația acestui flux de energie nu numai că este mică, dar este și variabilă.

Cu toate acestea, viața ne dovedește că utilizarea energiei soarelui, vîntului și a apelor poate fi de folos oamenilor pentru rezolvarea problemelor energetice la scara utilizărilor casnice, în care caz ne putem permite să plătim ceva mai scump energia. În ceea ce privește problema energetică de bază, cea de putere mare, aceste izvoare de energie nu pot contribui la evitarea crizei energetice care se apropie.

Dacă această criză energetică s-ar fi produs cu 40 de ani în urmă, pe cînd încă nu se descoperise energia nucleară, atunci omenirea s-ar fi aflat în fața unei catastrofe, iar civilizația umană ar fi intrat într-un impas. În epoca noastră, însă, putem afirma cu deplină certitudine că sursele bazate pe energia nucleară oferă o posibilitate, fundamentată științific, de evitare a iminentei crize de energie. Totuși, chiar și pe acest drum, oamenii au de întîmpinat destule piedici, pe care vor trebui să le îndepărteze.

După cum se știe, există în momentul de față două căi viabile de obținere a energiei, la puteri

mari, din procesele nucleare. Prima este emiterea de energie prin dezagregarea elementelor grele, cum ar fi uraniul, sub efectul bombardării cu neutroni. Aceasta are caracteristicile unei reacţii în lanţ şi se autoîntreţine. Ea este bine cunoscută, pe baza ei s-a realizat bomba atomică de genul celei care a fost aruncată asupra oraşelor Hiroshima şi Nagasaki.

Această reacţie este încetinită în reactoarele energetice, acolo devine stabilă, iar energia obţinută se foloseşte cu succes pentru producerea rentabilă de căldură şi energie electrică, la valori de ordinul milioanelor de kilowaţi. Rezervele de uraniu din natură ne-ar ajunge, în condiţiile unei folosiri economicoase, în aşa-numitele reactoare tip „brider", încă circa o mie de ani. Mai mult, unii savanţi afirmă că obţinerea uraniului din apele mărilor, unde el este dizolvat în cantităţi practic nelimitate este deja rentabilă.

Dificultăţile unanime recunoscute [3] care stau în calea trecerii întregii energetici pe combustibil nuclear sînt numeroase.

Principala este că la utilizarea uraniului drept combustibil nuclear în reactoare are loc acumularea unei mari cantităţi de substanţe radioactive. Dacă s-ar produce o avarie a reactorului, iar conţinutul reactorului s-ar împrăştia în mediul înconjurător, s-ar produce iradierea fiinţelor vii şi, îndeosebi, a oamenilor. Efectele îngrozitoare ale otrăvirii cu substanţe radioactive sînt bine cunoscute după consecinţele bombelor atomice aruncate de americani asupra oraşelor Hiroshima şi Nagasaki. După cum s-a văzut, o parte dintre oameni mor după puţină vreme ca urmare a contaminării radioactive. O altă parte însă mor după mai mulţi ani, de obicei din cauza leucemiei, sau a altor forme de boală canceroasă.

Împrăştierea conţinutului radioactiv al reactorului se poate produce dacă încetează introducerea apei de răcire în reactor. Atunci elementele reactorului se supraîncălzesc, blindajul său de protecţie se distruge, iar conţinutul este proiectat în exterior. În limbajul specialiştilor aceasta

se numește „topirea zonei active" (core melt down). Se folosesc o serie de instalații de preîntîmpinare a acestei situații. Se poate estima cantitativ siguranța în funcționare a acestor instalații: se calculează probabilitatea de producere a avariei. Pentru centralele atomice construite în S.U.A., probabilitatea de avariere a reactoarelor era estimată la o miliardime, socotind aceste avarii practic imposibile. Totuși, mulți considerau aceste calcule ca nefiind destul de realiste.

Încrederea în acest gen de calcule a fost puternic zdruncinată de avaria care s-a produs la centrala Browns Ferry din California, în martie 1975. După circa un an s-a dat publicității comunicatul oficial al comisiei numite pentru elucidarea cauzelor avariei [4]. Voi reproduce din aceste concluzii doar cîteva aspecte caracteristice pentru întîmplarea respectivă. Avaria s-a produs din pricina unui incendiu care a apărut sub clădirea în care se afla camera de comandă a centralei, unde s-au aprins cablurile. El a fost amorsat de o banală lumînare, cu ajutorul căreia un muncitor încerca să observe scăpările din conducta de aer comprimat. Abia după 15 minute de la izbucnirea incendiului, cînd personalul de serviciu s-a convins că mijloacele existente de stingere a incendiului sînt insuficiente, s-a încercat chemarea pompierilor. S-a produs o încurcătură cu numărul de telefon al acestora. Abia după o oră de la amorsarea incendiului a sosit unitatea de pompieri, și de abia atunci și-au dat seama că nu dispun de instrucțiuni pentru stingerea incendiilor la centralele atomice. Timp de șase ore nu au știut ce să facă, pentru ca apoi să înceapă să stingă incendiul pur și simplu cu apă, procedeu care a reușit pe deplin. Comisia a stabilit că dacă incendiul nu ar fi fost stins, după puțină vreme ar fi încetat răcirea cu apă a elementelor din reactor și s-ar fi produs catastrofa despre care am vorbit mai înainte.

Trebuie să mai remarcăm că centrala Browns Ferry se află într-o zonă dens populată. Cum nu se trecuse la executarea măsurilor de evacuare,

preconizate pentru caz de avarie în centrală, această catastrofă ar fi fost comparabilă cu cea de la Hiroshima, prin numărul de oameni uciși sau contaminați radioactiv.

Desigur, această avarie a arătat că metodele matematice folosite pentru calculul probabilității de apariție a unor asemenea accidente nu sînt corespunzătoare, deoarece așa cum s-au petrecut lucrurile în acest caz, ele nu iau în considerație probabilitatea evenimentelor care țin de comportarea oamenilor, cum au fost: folosirea lumînării de către un muncitor, numărul de telefon al pompierilor greșit notat, faptul că nimeni nu pregătise instrucțiuni pentru stingerea incendiilor într-o centrală atomică ș.a.m.d.

În prezent, cînd au devenit cunoscute detalii în legătură cu apariția acestei avarii, se poartă discuții cu privire la viitorul energeticii nucleare în S.U.A.

35% din totalul centralelor electrice atomice din S.U.A. se găsesc în California. Din aceste motive, populația acestui stat (20 milioane de locuitori) este foarte neliniștită de faptul că cea mai mare parte a acestor centrale este formată din centrale de tipul Browns Ferry și că se mai preconizează construirea unei serii întregi de centrale similare. O petiție, prin care se cerea guvernului statului respectiv nu numai să interzică construirea acestor centrale noi, ci să și închidă pe cele existente, a fost semnată de jumătate de milion de oameni. În conformitate cu legile statului California, se va organiza un referendum asupra acestei chestiuni. Pentru a se putea continua construirea centralelor nucleare, ar trebui să se obțină adeziunea a 2/3 dintre locuitori [5]. Referendumul este programat pentru anul acesta, în iunie [1].

---

[1] Pentru a putea asigura dezvoltarea în continuare a energeticii nucleare în statul California, adunarea din statul respectiv a adoptat, la 3 iunie 1976, deci chiar înaintea referendumului, o serie de legi, prin care a introdus un control sever asupra măsurilor de siguranță în centralele atomice (la proiectare și în exploatare), inclusiv posibilitatea

În S.U.A. funcționează deja 59 de reactori nucleari, iar ei furnizează 4% din întreaga energie electrică folosită. Fiind în curs de proiectare o largă dezvoltare a energeticii nucleare, Senatul S.U.A. a început să se preocupe cu deosebită seriozitate de avaria de la Browns Ferry, trecîndu-se la discuția în comitetul special pentru energie atomică, a problemelor de securitate a centralelor nucleare. S-au dat acum publicității [6], in extenso, declarațiile în acest comitet a trei mari proiectanți, după proiectele cărora s-a construit majoritatea reactorilor nucleari, inclusiv cel de la Browns Ferry. Din aceste declarații a reieșit că s-a produs un număr însemnat de avarii și totodată măsurile de securitate prevăzute pentru exploatarea reactorilor erau absolut insuficiente. Ei au apreciat că, date fiind condițiile în care se dezvoltă în S.U.A. energetica nucleară, mai devreme sau mai tîrziu va avea loc o catastrofă de proporțiile celei de la Hiroshima. Aceste condiții se reflectă și în faptul că în S.U.A. nici o companie de asigurări nu acceptă să asigure o centrală nucleară. Respectivii proiectanți de mare calibru au părăsit în prezent compania „General Electric", motivînd că, din punct de vedere moral, nu mai au puterea de a-și asuma răspunderea pentru funcționarea lipsită de siguranță a centralelor existente, pentru nenorocirile pe care le-ar putea aduce avariile posibile.

Fără energetica nucleară nu se pot rezolva însă, în condițiile actuale, problemele globale ale energeticii puterilor ridicate și deci, trebuie, fără nici o îndoială, găsită o ieșire din situația creată. În această direcție este necesar să se pornească de la condiția ca, în orice situație, pentru orice gen de avarie ce s-ar produce într-o centrală

---

de construire de centrale subterane. De asemenea, prin lege s-a introdus obligativitatea măsurilor de securitate la manevrarea combustibilului nuclear și a reziduurilor radioactive. Adoptarea acestor legi a influențat rezultatele referendumului, dezvoltarea în continuare a energeticii nucleare în California fiind scoasă de sub interdicție [7].

atomică, aceasta să nu se poată transforma într-o catastrofă de genul celei de la Hiroshima.

Se propun deja unele soluţii, constînd, de exemplu, în amplasarea reactorilor nucleari ai centralei electrice sub pămînt, la o adîncime suficientă, aşa cum se efectuează în prezent experienţele subterane cu bombele atomice. După cum s-ar părea, un asemenea lucru, deşi ar duce la scumpirea construcţiei centralei, ar putea asigura o deplină siguranţă.

O altă rezolvare posibilă ar fi amplasarea acestor centrale în zone lipsite de populaţie, ca de pildă pe insule nelocuite, transformîndu-se energia electrică în energie chimică : de exemplu, s-ar putea disocia apa, hidrogenul adus în stare lichidă urmînd a fi folosit drept combustibil. Acest combustibil ar fi cu mult mai bun decît petrolul, deoarece prin ardere nu poluează atmosfera.

Înainte de a putea spune că am rezolvat problema dezvoltării pe scară largă a energeticii nucleare, trebuie să constatăm că pe linia energeticii nucleare cu uraniu drept combustibil, mai trebuie rezolvate o serie de chestiuni.

Cea mai dificilă dintre ele este depozitarea reziduurilor radioactive. Dificultatea provine din faptul că radioactivitatea lor este deosebit de mare şi, totodată, scade lent în timp. Din aceste motive, în orice fel de conteinere le-am îngropa, acestea s-ar distruge sub influenţa radiaţiilor, iar materia radioactivă s-ar împrăştia. Calculele arată că, în cazul trecerii la energetica nucleară ca soluţie de bază, cantităţile de reziduuri radioactive care s-ar produce ar fi atît de mari, încît depozitarea lor în condiţii de securitate ar deveni o problemă foarte greu de rezolvat, pentru care încă nu s-au găsit soluţii clare şi unanim acceptabile.

În ţările capitaliste mai există încă o problemă de rezolvat, care nu este tehnică, ci de politică internaţională. Se ştie că, pentru folosirea mai completă a uraniului se utilizează reactori cu neutroni rapizi, aşa-numiţii „brideri". În aceştia,

uraniul se transformă aproape în întregime în plutoniu, care este un „combustibil" nuclear mai valoros. Cu timpul plutoniul va deveni foarte răspîndit şi accesibil. El reprezintă însă elementul de bază pentru realizarea bombei atomice. Sînt suficiente cîteva kilograme de plutoniu pentru a fabrica o bombă, iar, pe de altă parte, modul de realizare a unei bombe atomice nu mai este astăzi un secret. În aceste condiţii, nu putem exclude eventualitatea ca o bandă de gangsteri cu oarecare iniţiativă să treacă, fără prea multă greutate, la folosirea bombei atomice în scopuri de şantaj.

Nu încape îndoială că oamenii, în faţa iminenţei crizei energetice, vor găsi căile de înlăturare a piedicilor menţionate, pentru a putea trece la utilizarea energiei generate de dezintegrarea uraniului. Dar este deja limpede că o asemenea problemă necesită o rezolvare la scară planetară.

Voi menţiona în continuare şi alte metode de utilizare a energiei nucleare, însă pe scurt, dat fiind că acestea nu au fost încă realizate practic.

Mai întîi, aşa-numitul proces termonuclear. El se desfăşoară în prezent în bombele cu hidrogen, în care, prin intermediul sintezei izotopilor hidrogenului se obţin heliul şi neutronii. Acest proces este însoţit de o mare degajare de energie, el avînd loc doar la temperaturi extrem de înalte — sute de milioane de grade. La asemenea temperaturi orice substanţe se găsesc în stare gazoasă, sub formă de plasmă, cînd electronii atomilor îşi pierd orice legătură cu nucleele acestora. S-a dovedit pe deplin realizabilă o asemenea plasmă pentru un scurt interval de timp, în care are loc explozia bombei atomice. Acesta este procesul ce are loc în aşa-numita bombă cu hidrogen, care s-a văzut că este de sute de ori mai puternică decît bomba pe bază de uraniu.

Pentru a putea folosi reacţia termonucleară în scopul obţinerii de energie, trebuie să găsim mijloacele de a menţine neîntreruptă desfăşurarea acestui proces, dar, spre deosebire de bomba cu hidrogen, desfăşurarea trebuie să se petreacă la

o scară mult mai mică. Acest lucru s-a dovedit foarte dificil de realizat din punct de vedere practic, constituind deocamdată o problemă tehnic nerezolvată [8]. La această problemă lucrează cu multă ardoare savanții și inginerii din întreaga lume. Chiar dacă problema încă nu este rezolvată, nu s-a găsit încă vreo limită tehnico-științifică de principiu care să împiedice rezolvarea ei, așa că, după părerea mea, va fi posibil cu timpul să se înfăptuiască sinteza termonucleară controlată.

Rezolvarea acestei ultime probleme este extrem de importantă, dat fiind că energia care se obține pe această cale nu este legată de asemenea impedimente, cum sînt cele ce apar la folosirea combustibilului-uraniu și despre care am vorbit mai înainte. Radioactivitatea care se acumulează în cazul reacției termonucleare este atît de mică, încît existența ei nu mai prezintă un pericol. Apoi, procesul termonuclear nu poate fi folosit pentru realizarea de bombe atomice. Și, în fine, „combustibilul" care se utilizează în reactoarele termonucleare, adică izotopul hidrogenului, numit deuteriu, se găsește în apa oceanelor în asemenea cantități, încît el ar putea asigura omenirii energie pentru încă multe alte mii și mii de ani. Într-un asemenea interval de timp s-ar mai găsi, firește, și alte metode de rezolvare a problemelor energetice.

În sfîrșit, mai există altă metodă de obținere a energiei în cantități mari. După cum se pare, acest lucru este nerealizabil din punct de vedere practic, deși pe deplin fundamentat din punct de vedere științific. Pe baza actualelor noastre concepții cosmogonice se consideră că, atunci cînd s-a creat universul nostru, a apărut în mod necesar și un altul, de aceleași proporții, dar alcătuit din antimaterie. Existența antimateriei este dovedită experimental ; ea se obține în acceleratoarele de particule, e drept în cantități de ordinul nucleelor singulare. Una dintre caracteristicile antimateriei o reprezintă faptul că, la întîlnirea cu materia, ele se anihilează reciproc, prefăcîndu-se

în energie. Este uşor de calculat că un gram, într-o asemenea reacţie, va produce o energie echivalentă cu arderea a 10 000 de tone de cărbune. În felul acesta, o tonă de antimaterie ar fi suficientă pentru a asigura necesarul de energie al întregului Pămînt pentru un an de zile.

Cum să obţinem însă această antimaterie din acel antiunivers? S-a emis ipoteza că o cantitate redusă de antimaterie ar putea să pătrundă, sub forma unor meteoriţi, în spaţiul nostru cosmic, dat fiind că acesta este extrem de rarefiat. Ar avea loc ciocniri atît de rare cu atomii de materie, încît acestea nu i-ar putea anihila după pătrunderea lor în spaţiul cosmic. Aducînd — cu ajutorul unor sateliţi — această antimaterie din spaţiul cosmic pe Pămînt, am putea dobîndi cel mai perfecţionat izvor de energie. Se ştie însă că încercările de a depista antimaterie în spaţiul cosmic n-au fost încă încununate de succes.

Dar chiar dacă antimateria s-ar găsi în spaţiul nostru cosmic sub forma unor antimeteoriţi, cum am putea să-i preluăm de acolo şi să-i transportăm pe Pămînt, în aşa fel încît ei să nu vină în contact cu materia? Aceasta este o problemă ce pare extrem de grea, ba poate chiar nerezolvabilă. Viaţa ne învaţă însă că o serie de probleme care au fost considerate imposibil de rezolvat, s-au soluţionat totuşi. Şi lucrul acesta nu trebuie să-l uităm.

Terminînd cu examinarea laturii ştiinţifice a problemei asigurării omenirii cu energie la puteri mari, mă voi referi pe scurt la o latură de ordin social-politic, legată de caracterul global al chestiunii.

Este deja absolut evident că toate problemele globale vor trebui rezolvate pe cale internaţională. Principala dificultate în înfăptuirea soluţiilor necesare va fi că, adesea, aceste soluţii vor contraveni intereselor diferitelor state. În acest fel, principala problemă social-politică constă în a găsi modalitatea de subordonare a intereselor particulare ale statelor, intereselor omenirii în ansamblu.

Se emit o serie de opinii în această direcție. Unii sînt de părere că în general aceste interese nu se vor putea împăca și că trebuie să lăsăm deplină libertate de evoluție civilizației umane. Ei afirmă că, pînă în prezent, pe durata a milioane de ani, omenirea a găsit singură, prin încercări și prin greșeli, calea de dezvoltare a civilizației și că, prin urmare, o va găsi și în continuare.

O altă opinie, pe drept cuvînt mai constructivă, după cum consideră mulți, este aceea că necesitatea de a soluționa problemele globale va conduce omenirea la construirea unei societăți cu structură socialistă, căci numai într-o asemenea organizare a societății se vor putea concilia interesele statelor cu interesele întregii omeniri [9].

Este necesar ca pentru rezolvarea problemelor globale, o serie întreagă de sectoare ale economiei naționale, avînd implicații ecologice, să treacă sub control internațional. Chiar și în prezent sînt destui care înclină către o asemenea idee. Se aud tot mai des asemenea chemări, cum ar fi, de exemplu, aceea ca exploatarea Oceanului planetar și, mai ales, extragerea minereuriler din străfundurile sale să se efectueze sub controlul Organizației Națiunilor Unite.

Printre problemele care trebuie, de asemenea, rezolvate pe un plan larg, internațional, mai sînt și problema înzestrării cu mijloace de producere a energiei și cea a utilizării resurselor energetice. A început deja să se realizeze o asemenea coordonare, prin crearea Agenției Internaționale pentru Energia Atomică, a cărei principală funcție este tocmai dirijarea resurselor și asigurarea securității în utilizarea energiei atomice în întreaga lume.

Rezolvarea eficientă a problemelor globale va deveni posibilă numai atunci cînd importanța lor pentru soarta omenirii va fi larg cunoscută de către oameni, ceea ce se poate realiza numai în condițiile unei ample dezbateri asupra acestor probleme. Savanții sînt cei care trebuie să asigure

ca o asemenea dezbatere să se desfăşoare pe o bază cu adevărat ştiinţifică. Desigur însă, la temelia rezolvării problemelor globale trebuie să aşezăm îndatoririle de ordin etic ale omului în faţa omenirii.

BIBLIOGRAFIE

1. D. Price: *Little Science, Big Science*, New York, 1963. (Trad. în lb. rusă: D. Prais: *Malaia nauka, bolşaia nauka.* În culegerea „Nauka o nauke", ed. Progress, 1966).
2. D. H. Meadows, D. L. Meadows, J. Rangers, W. W. Behrens III: *The Limits to Growth*, New York, 1972.
3. P. L. Kapiţa: *Energhia i fizika. Uspehi fiziceskih nauk, 118.* Nr. 2, 307 (1967).
4. *Fire at a Nuclear Plant.* „U. S. News and World Raport", 16 febr. 1976.
5. *Les déserteurs de l'atome.* „Nouvel Observateur", 1—7 martie 1976.
6. *Testimony of Dale G. Bridenbaugh, Richard B. Hubbard, Gregory C. Minor before the Joint Committee on Atomic Energy*, 18 febr. 1976, Washington, 1976.
7. *A Victory for Nuclear Power, but...* „U. S. News and World Report", 217 June 1976.
8. P. L. Kapiţa: *Poleznoc polucenie energhii ot termoiadernih reaktorov.* „Pisma v Jurnal eksperimentalnoi i teoreticeskoi fiziki", 22, Nr. 1, 20 (1975).
9. P. L. Kapiţa: *Globalnie naucinie problemi blijaişego buduşcego.* „Voprosî filosofii", Nr. 2, 37 (1973); a se vedea şi p. 318 a acestei cărţi.

ASPECTE ŞTIINŢIFICE ŞI SOCIALE ÎN REZOLVAREA PROBLEMELOR GLOBALE[1]

Una dintre deosebirile fundamentale ale omului faţă de animal constă în faptul că omul, în evoluţia sa, transformă natura înconjurătoare, o

[1] Articolul academicianului P. L. Kapiţa a fost publicat iniţial în revista sovietică „Voprosî filosofii" (Probleme de filozofie) Nr. 1/1977. La baza acestui articol stă prelegerea ţinută la Societatea regală din Londra la 7 octombrie 1976, în memoria lui J. Bernal. — *Nota trad.*

adaptează la necesitățile sale, în timp ce evoluția lumii animale are ca trăsătură fundamentală adaptarea la natură.

Pentru a face mai eficientă transformarea naturii, oamenii au realizat aceasta în mod organizat, în colectiv, și astfel a luat naștere structura socială, care astăzi a atins dimensiunile statului, iar în cadrul proceselor de integrare economică depășește chiar limitele statale. Acest proces îl numim civilizație. Creșterea bunăstării oamenilor a determinat o creștere exponențială a populației globului, cu exponentul crescător la rîndul său. Este bine cunoscut faptul că această lege a creșterii determină sporirea nu numai a populației, ci și a vitezei acestei creșteri, pentru ca, în final, ea să capete un caracter de explozie demografică, care ar putea scăpa de sub controlul oamenilor.

Astăzi se recunoaște faptul că numărul locuitorilor globului se apropie de valoarea critică, atingînd deja 4 miliarde, în condițiile unei creșteri anuale de circa 100 de milioane. Cu actualele tehnologii de producție, un asemenea număr de oameni provoacă în natura înconjurătoare schimbări cu caracter ireversibil și de o asemenea amploare, încît acestea ar putea determina, în următorul secol, o reacție în sens contrar asupra bunăstării omului, influențînd în rău dezvoltarea civilizației.

Astăzi există conștiința clară a faptului că un asemenea proces catastrofal este posibil, iar necesitatea evitării lui începe să fie considerată pe drept cuvînt una dintre cele mai importante probleme ale omenirii.

Pentru preîntîmpinarea crizei care se întrevede este necesară, în primul rînd, rezolvarea a patru probleme fundamentale cu caracter global.

1. Controlul asupra creșterii populației (asupra indicilor cantitativi și calitativi).

2. Crearea de noi resurse energetice (dată fiind perspectiva epuizării rezervelor naturale de gaz, țiței, cărbune etc.).

3. Înlăturarea pericolului de epuizare a resurselor de materii prime pentru industrie.

4. Înlăturarea ameninţării ce o constituie poluarea globală a mediului înconjurător.

Toate aceste probleme sînt legate reciproc, însă o astfel de schematizare este, probabil, cea mai comodă pentru a studia mijloacele lor de rezolvare. Se ştie că rezolvarea lor prezintă atît aspecte ştiinţifice, cît şi sociale şi ea se raportează la diverse domenii ale cunoaşterii, ceea ce face imposibilă cuprinderea lor într-un singur articol. Din acest motiv mă voi limita, în articolul meu, la un singur aspect al abordării acestor probleme. Nu este greu de observat că rezolvarea problemelor globale trebuie să aibă un solid fundament ştiinţific, alcătuit din legile stabilite de fizică, de chimie, de biologie şi de alte aşa-zise ştiinţe ale naturii. În aceeaşi măsură, el trebuie să cuprindă şi legile ce stau la baza formării şi dezvoltării societăţii, care şi acestea trebuie fundamentate ştiinţific. Tot aici acţionează şi legi social-psihologice, dar acestea nu au fost încă suficient de precis formulate pentru a putea să ne bazăm pe ele în scopuri practice. Există chiar o părere, destul de răspîndită, că abordarea ştiinţifică obiectivă a acestor probleme depăşeşte limitele posibilităţilor umane. De aceea, o serie de savanţi consideră că rezolvarea problemelor globale trebuie lăsată în seama „înţelepciunii naturii", care de milioane de ani îşi guvernează propria revoluţie. Eu cred însă că nu trebuie să depunem armele în lupta pentru soluţionarea acestor probleme şi să lăsăm astfel dezvoltarea civilizaţiei să-şi urmeze singură cursul.

În articolul meu mă voi limita să arăt că, chiar cu nivelul actual al cunoaşterii ştiinţifice, poate fi găsită o abordare ştiinţifică obiectivă în rezolvarea unor aspecte ale problemelor globale.

Voi începe analiza cu o întrebare : în ce constă esenţa abordării ştiinţifice în rezolvarea oricărei probleme ?

La baza evoluției guvernate de „înțelepciunea naturii" se găsește procedeul „încercărilor și erorilor". Toate încercările care s-au dovedit a fi în concordanță cu imperativele evoluției, au reușit. Astfel a apărut omul. Pentru aceasta au fost necesare multe milioane de ani. Omul a început să transforme natura înconjurătoare, tot pe calea „încercărilor și erorilor", însă procesul de cucerire a naturii de către om se baza pe faptul că el a început să generalizeze experiența încercărilor reușite, acumulînd-o și transmițînd-o altor oameni. În acest fel a apărut mecanismul moștenirii sociale, excluzîndu-se necesitatea repetării încercărilor și erorilor comise. Metoda „încercărilor și erorilor" a stat pînă în zilele noastre la baza cunoașterii naturii și se folosește încă pentru transformarea acesteia. Tot ceea ce limitează numărul „încercărilor și erorilor" necesare pentru rezolvarea unei probleme poate fi caracterizat ca un început de abordare științifică. La baza legităților științifice a proceselor din natură se află generalizarea logică a experienței obținute din „încercări și erori". Valoarea abordării științifice a dezvoltării civilizației vine tocmai din difuzarea printre oameni a experienței dobîndite și din conservarea ei în timp. Acesta este motivul pentru care influența științei asupra dezvoltării civilizației a început să sporească odată cu apariția scrisului și a tiparului.

Religia a încorporat de asemenea, în preceptele sale experiența acumulată, dar ea este diametral opusă abordării științifice, la baza căreia stă legea cauzalității, singura lege posibilă pentru studierea unui fenomen. În ultimă instanță, o problemă pusă în mod științific trebuie să aibă o singură soluție, după cum nu poate exista decît o singură tablă a înmulțirii. Această univocitate a generalizărilor științifice exprimă obiectivitatea lor ; de aceea știința a putut deveni internațională și prin aceasta se explică acele veșnice contradicții care au apărut între religie și știință.

Studii de-sine-stătătoare asupra gîndirii ştiinţifice au apărut din secolul al XVIII-lea. Francis Bacon a arătat că folosirea deductivă şi inductivă a experienţei stă la baza abordării ştiinţifice în rezolvarea unei probleme date. Bacon a caracterizat foarte plastic importanţa practică a ştiinţei: „Schilodul care şchioapătă pe un drum bun poate întrece trăpaşul, care aleargă pe un drum greşit. Mai mult, cu cît trăpaşul care a greşit drumul aleargă mai repede, cu atît schilodul îl lasă mai în urmă". Bacon a dezvoltat consideraţiile sale privind importanţa socială a ştiinţei pentru rezolvarea problemelor civilizaţiei umane, în lucrarea sa „Noua Atlantidă".

Generalizarea ştiinţifică a experienţei obţinute prin „încercări şi erori" a început să fie comună tot mai multor domenii ale culturii. În vremea lui Bacon problemele ştiinţifice de bază apăreau în domeniile matematicii, mecanicii, fizicii, pentru ca mai tîrziu să cuprindă chimia şi biologia. Abia în secolul al XIX-lea au apărut ştiinţele pur aplicative. Pentru construcţia podurilor, a maşinilor cu abur, a maşinilor electrice etc. a devenit necesară dezvoltarea unor asemenea ştiinţe aplicative cum sînt rezistenţa materialelor, matematica aplicată, mecanica şi altele. Astăzi numărul acestor ştiinţe este foarte mare şi ele stau la baza tehnicii moderne. În secolul trecut au apărut institute de învăţămînt superior, în care erau studiate numai ştiinţe tehnice. În secolul nostru, al XX-lea, abordarea ştiinţifică a început să se extindă şi asupra organizării producţiei înseşi. Este vorba despre aşa-zisa „ştiinţă a conducerii". Ea a apărut pe baza generalizării experienţei dobîndite din studiul proceselor producţiei industriale. Astăzi, această ştiinţă începe să capete o răspîndire tot mai largă.

Studierea ştiinţifică a organizării structurii sociale a început de asemenea în secolul al XIX-lea, cînd a apărut socialismul ştiinţific, care a permis relevarea legităţilor proceselor sociale. Pentru a cuprinde toate aspectele proceselor sociale s-a dovedit necesară, de asemenea, stabilirea legităţilor

specifice pentru raporturile emoţionale dintre om şi societate. Dar drumul care va duce la precizarea acestui tip de legi a început să fie parcurs abia în ultima vreme.

Reluînd tema de bază a articolului meu — abordarea ştiinţifică a soluţionării problemelor globale indicate mai sus — voi fi nevoit să mă sprijin pe rezultatele deja obţinute în diferite ştiinţe, ajungînd, desigur, la deducţii încă discutabile. Rog, de aceea, ca analiza pe care o voi face în continuare să fie considerată ca avînd caracter de aproximare şi ca necesitînd o punere la punct ulterioară.

*

* *

Prima problemă globală care trebuie rezolvată este: cum se pot determina ştiinţific metodele pe baza cărora să poată fi controlate cantitatea şi calitatea poluării planetei? Aceasta este probabil cea mai importantă şi mai dificilă dintre problemele globale. Vom începe cu numărul populaţiei. În această privinţă, informaţia statistică actuală este destul de completă şi de sigură. Astăzi populaţia globului pămîntesc a ajuns la 4 miliarde şi creşte exponenţial cu 2,4% pe an, dublîndu-se la aproximativ fiecare 30 de ani. O asemenea creştere va înceta în deceniile următoare, întrucît hrana va deveni insuficientă. În unele ţări ale Asiei şi Africii se constată deja apariţia mortalităţii în masă, provocată de foame, iar unii autori consideră că pe aceste continente mor zilnic pînă la 12 000 de oameni. Durata medie a vieţii în aceste părţi ale lumii nu depăşeşte 30—40 de ani. Un astfel de proces de reglare a numărului populaţiei nu numai că nu corespunde noţiunii de umanitate, dar după cum arată o serie de cercetări, influenţează şi calitatea populaţiei. Copiii născuţi din părinţi înfometaţi şi crescuţi în condiţii de subnutriţie devin ireversibil degeneraţi fizic şi intelectual, iar omenirea, bineînţeles, nu trebuie să admită ca acest proces să aibă loc. De aceea, statul şi societatea,

bazîndu-se pe posibilităţile economice ale ţării respective, sînt obligate să-şi ia sarcina de a organiza controlul naşterilor.

Ştiinţa modernă pune la dispoziţie o serie de mijloace pentru realizarea acestui control. Acestea sînt aplicate amplu şi cu succes într-un număr de ţări dezvoltate economic. Trebuie remarcat că Declaraţia universală a drepturilor omului, adoptată de Organizaţia Naţiunilor Unite, astăzi în vigoare, nu prevede necesitatea controlului asupra măririi populaţiei. În articolul 16 nu figurează nici un fel de limitări ale drepturilor omului în legătură cu fondarea unei familii. În 1975 acest articol a fost analizat de un grup de experţi din diferite ţări, invitaţi la Geneva de către Comitetul O.N.U. pentru drepturile omului, în scopul reviziurii Declaraţiei drepturilor omului în contextul dezvoltării tehnico-ştiinţifice a civilizaţiei contemporane. Iată concluzia comitetului de experţi: „It is recommended that a better definition be given of the duties of the individual to the comunity and of the rights of future generations. For example, it seems to us that the crisis in growth of the world's population must lead to some constraint on the individual right to reproduce, and that the right of the child to be physically and mentally sound takes precedence over the rights of parents to reproduce" [1]. Întreaga problemă se reduce la întrebarea: prin ce măsuri sociale poate fi limitat dreptul părinţilor la procreare, instinct care există în orice fiinţă?

Bineînţeles, şi aici există două căi. Prima, instituirea unor legi care să limiteze dimensiunile familiei. A doua — limitarea numerică a familiei

[1] „Este recomandabilă o definire mai precisă a obligaţiilor individului faţă de societate şi a drepturilor generaţiilor viitoare. Considerăm, de exemplu, că criza provocată de creşterea populaţiei globului trebuie să ducă la o anumită limitare a dreptului individului la procreare şi că dreptul copilului de a se naşte sănătos din punct de vedere fizic şi intelectual are prioritate asupra dreptului părinţilor de a procrea".

fără constrîngere, prin propagandă și prin măsuri stimulative. Cea de-a doua modalitate este mai acceptabilă, întrucît corespunde principiilor eticii, universal admise.

Statistica arată că în țările dezvoltate numărul populației tinde să se echilibreze în mod natural. Astfel, în Europa creșterea anuală a populației s-a redus pînă la 0,4—0,9%. În țările în curs de dezvoltare, unde creșterea populației este cea mai ridicată (deseori mai mare de 3%), a apărut deja foametea, iar aparatul de stat începe să înțeleagă că este necesară o intervenție. Astăzi, într-o serie de țări ale Asiei se aplică deja cu succes diverse măsuri de control asupra natalității. Eficiența măsurilor aplicate poate fi urmărită prin intermediul datelor statistice. Sîntem în măsură să presupunem că, odată cu dezvoltarea culturii în țările în curs de dezvoltare, în deceniile următoare numărul populației va trece sub un control tot mai eficient.

Dintre toate problemele globale, controlul „calității" populației este unul dintre cele mai importante. Prin calitatea populației presupunem un întreg complex medico-genetic și psiho-social de caracteristici ale vieții — sănătatea fizică, nivelul dezvoltării capacității intelectuale, confortul psiho-fiziologic al vieții, mecanismele de reproducere a potențialului intelectual al societății etc. Nu există încă o abordare științifică general admisă în legătură cu rezolvarea acestor probleme. Probabil că acest lucru este determinat de faptul că studiul acestor probleme este greu de efectuat în mod obiectiv, fără emotivitatea care se manifestă de obicei în cercetarea problemelor sociale. Vom încerca totuși să îndrumăm către o tratare științifică și soluționarea acestor probleme.

„Calitățile" omului, îndeosebi cele intelectuale, se pot modifica de la o generație la alta. Astăzi este unanim acceptată ideea că direcția acestei dezvoltări este condiționată de faptul că anumite genotipuri proliferează mai intensiv decît altele, devenind mai apoi preponderente. Acest proces are loc în orice structură socială suficient de

închisă, iar ca urmare, calitatea compoziției ei umane va evolua în timp. De exemplu, datele statistice arată că într-o serie de țări puternic dezvoltate, oamenii care desfășoară o muncă intelectuală supercalificată au familii puțin numeroase. Însă copiii la care ambii părinți sînt dotați intelectual pot deveni și mai bine înzestrați decît părinții lor. Desigur, această selecție se va putea observa numai pe baza datelor statistice medii. Dacă în structura socială luată în considerare are loc un asemenea proces, el va duce la micșorarea relativă a numărului indivizilor cu aptitudini genetice adecvate muncii intelectuale supercalificate, dar în același timp va ridica „calitatea" intelectuală medie. Se pune întrebarea: acest fapt este pozitiv sau negativ? Răspunsul nu poate fi univoc. Dacă însă o asemenea schimbare a compoziției calitative a societății va determina o mai bună funcționare a acesteia, trebuie să recunoaștem că pentru respectiva structură socială un astfel de proces realizează îmbunătățirea calitativă a compoziției umane.

Se pune atunci problema: cum se poate studia cantitativ legătura dintre acest proces de selecție, manifestat într-o structură socială dată, și eficiența funcționării acestei selecții? Vom pleca de la presupunerea că, la nivelul actual al civilizației, calitatea activității umane este determinată de calitățile spirituale și intelectuale ale indivizilor. În producție, forța fizică a omului este rareori necesară. Medicina modernă, îndeosebi datorită vaccinării, antibioticelor și hormonilor, asigură starea de sănătate a oamenilor cu cele mai diferite însușiri fizice. De exemplu, datorită insulinei, chiar și diabeticii pot trăi fericiți și pot fi folositori societății.

Însușirile spirituale și intelectuale ale unui om matur sînt determinate de doi factori: în primul rînd, de calitatea posibilităților înnăscute, iar în al doilea rînd de calitatea educației pe care i-a dat-o societatea pentru ca individul să-și îndeplinească sarcinile care îi vor reveni. De aceea,

pentru formarea cu succes a personalității omului, trebuie să existe o concordanță între trăsăturile sale spirituale și intelectuale și conținutul procesului educativ.

Acest fenomen a început deja să fie studiat științific. Schematic, el se reduce la următoarele. Omul se naște cu o serie de instincte naturale, genetic integrate lui. Pentru a deveni un membru util al societății, activitatea lui trebuie dirijată conform eticii și conform tradițiilor colectivului în care trăiește. În acest scop, o serie de instincte înnăscute, cele egoiste în special, trebuie înăbușite. Procesul educativ, ca și activitatea ulterioară, încarcă psihicul omului, iar dacă calitățile lui spirituale și intelectuale nu sînt îndestulătoare, atunci sistemul său nervos poate să nu reziste unei asemenea sarcini. Instinctele naturale, genetic implantate în om, chiar dacă sînt înăbușite, se păstrează nesatisfăcute în subconștient. Această refulare este, adesea, după cum consideră Freud, cauza afecțiunilor nervoase.

După cum se știe, studiul proceselor de interacțiune dintre refulare și activitatea spirituală reală a omului se face pe calea psihanalizei și stă la baza diagnozei afecțiunilor nervoase și a psihoterapiei.

Pe de altă parte, dacă societatea îi creează individului asemenea condiții încît activitatea sa intelectuală solicită psihicul său peste posibilitățile lui naturale, aceasta poate produce, de asemenea, afecțiuni nervoase. Astfel de procese psihice, în forme mai simple, au fost studiate de I. P. Pavlov, dat fiind faptul că educarea omului este legată în fond de asimilarea reflexelor condiționate. Astfel, s-a demonstrat experimental că în cazul stimulării reflexelor condiționate la cîini cu ajutorul unor semnale complicate — combinarea luminii cu sunetul, de exemplu —, deși animalul își însușește reflexele, aceasta îi provoacă afecțiuni nervoase — insomnie, pierderea apetitului etc.

În acest fel, „calitatea" indivizilor unei structuri sociale date va fi determinată de capacitatea

lor de a-şi însuşi educaţia şi de rezistenţa lor la sarcina psihică impusă de societate.

Ce se petrece însă cu un individ de „calitate inferioară" într-o structură socială dată?

Conform psihologiei moderne, un asemenea individ suferă cel mai adesea de afecţiuni nervoase care pot duce chiar şi la sinucidere. Desigur, terapia ajută în lupta împotriva acestui fenomen. Una din metodele acţiunii terapeutice în echilibrarea sistemului nervos o reprezintă narcoticele, deci medicamente care acţionează asupra sistemului nervos. Aceasta explică de ce, chiar şi în cele mai primitive structuri sociale, au fost folosite, într-un fel sau altul, narcoticele. În societatea modernă sînt larg folosite stimulente ca ceaiul, cafeaua, alcoolul, tutunul etc. Utilizarea lor largă într-o cantitate moderată ajută, fără îndoială, pe indivizi să reziste încărcăturii psihice. Acei indivizi însă, care, cu toate posibilităţile oferite de civilizaţia actuală, nu fac faţă sarcinii psihice, devin neurastenici, narcomani, alcoolici.

Există încă un simptom care semnalează inadaptabilitatea indivizilor la o anumită structură socială. El se manifestă prin cazurile în care, în ciuda posibilităţilor pe care le deschide viaţa, individul nu-şi poate afla mulţumirea. Aceasta îl face pe om să nu poată rezista întotdeauna dorinţelor sale, mai ales celor egoiste, şi atunci comite ilegalităţi, putînd deveni pînă la urmă chiar criminal. Astfel, conform punctului nostru de vedere, dacă într-o organizare socială dată, dinamica structurii populaţiei nu corespunde calitativ cerinţelor sociale, aceasta duce cu timpul, în societatea dată, la înmulţirea afecţiunilor nervoase, a sinuciderilor, a narcomaniei, a criminalităţii.

Datele statistice în legătură cu aceste fenomene şi variaţiile lor în timp pot oferi, probabil după o analiză adecvată, criterii pentru determinarea variaţiei calitative a indivizilor dintr-o structură socială dată.

Astfel, dispunem de trei indici cantitativi care ne permit să apreciem caracterul dezvoltării unei structuri sociale, în felul următor :

1) îmbunătățirea modului de trai, — longevitate ;

2) creșterea bunăstării materiale prin producția totală pe cap de locuitor ;

3) creșterea calităților spirituale și intelectuale ale populației prin reducerea criminalității, a afecțiunilor nervoase, a narcomaniei.

Acești trei factori nu pot fi luați în considerare independent unul de altul. Primii doi sînt bine cunoscuți și, de obicei, singurii luați în considerare. Ultimul trebuie socotit însă, ca mai important, fiindcă el determină soarta unei structuri sociale date.

Ajungem acum la problema cea mai importantă. Ce fel de „calitate" a populației este necesară pentru ca omenirea să progreseze ? Pentru aceasta nu e suficient ca structura statală dată să funcționeze cu succes. Se mai cere ca însăși structura societății să fie progresistă și să contribuie la dezvoltarea întregii omeniri.

Astfel, calitatea structurii sociale date poate fi apreciată prin gradul participării statului respectiv la rezolvarea problemelor de importanță internațională. De aceea, apriori, această calitate nu se poate sprijini pe naționalismul îngust. Iată deci, unul din criteriile concrete — gradul de participare a statului la dezvoltarea progresistă a civilizației mondiale. Aceasta presupune în primul rînd participarea la rezolvarea problemelor globale. Apoi, mai credem că renunțarea la amenințarea cu forța poate servi, de asemenea, drept criteriu în aprecierea calității unei structuri sociale.

Desigur, comportamentul internațional al statului este determinat în mare măsură de concepția filozofică asupra lumii, de etica și cultura spirituală care stau la baza organizării sale. Cultura spirituală a societății respective reunește știința, arta, literatura, religia, folosirea timpului liber, distracțiile, educația și se află sub acțiunea raporturilor de clasă, a modului de distribuire

a bunurilor materiale și a tot ce poate influența formarea ideologică a indivizilor. Studiind critic toți acești factori, se poate aprecia influența structurii sociale respective asupra dezvoltării culturii întregii omeniri.

Viitorul omenirii depinde de rezultatul întrecerii dintre structurile sociale, care se desfășoară fără încetare în lume ; această întrecere va pune în evidență acea structură socială care va determina soarta umanității.

*

* *

Cea de a doua problemă globală, în ordinea importanței, este asigurarea omenirii cu resurse energetice. Elementul fundamental, care asigură dezvoltarea civilizației, îl constituie utilizarea energiei, apărută din momentul în care omul, pentru a-și folosi mai eficient forța fizică la efectuarea muncii, a început să creeze unelte. Apoi, omul a început să utilizeze forța fizică a animalelor, energia curenților de apă, vîntul. În paralel, învățînd să stăpînească focul, el a început să folosească energia termică. Un mare salt a avut loc atunci cînd omul a învățat să transforme energia termică în cea mecanică, inventînd mașina cu abur, care, pe scară industrială a devenit utilizabilă abia la începutul secolului al XVIII-lea. Posibilități de folosire a resurselor energetice, noi din punct de vedere principial, au apărut în secolul al XIX-lea, cînd s-a trecut la utilizarea energiei electrice. Aceasta a creat posibilitatea de a extinde considerabil mecanizarea în diferite domenii ale industriei și vieții cotidiene. În secolul nostru, al XX-lea, a apărut energia nucleară care, desigur, va deține rolul principal în energetica viitorului.

Folosirea de către oameni a resurselor energetice ale întregului pămînt este în continuă creștere și se desfășoară după o lege exponențială. Astfel, consumul energetic mondial a crescut în ultimii 15 ani cu 5% anual. Statistica a stabilit că

produsul național brut este proporțional cu consumul de energie. În S.U.A., astăzi, puterea diferitelor surse energetice ajunge pînă la 10 kw pe cap de locuitor, adică de cel puțin 100 de ori mai mare decît puterea medie a unui om. De aceea, funcția de bază a omului a devenit dirijarea energiei, sau apăsarea butoanelor cum se mai spune astăzi. În acest scop, e necesar ca omul să știe numai cînd și care buton trebuie apăsat. Aceasta este o activitate mentală ; munca fizică dispare. Aceasta a făcut ca valorile fundamentale ale omului, necesare civilizației contemporane, să devină calitățile lui spirituale și intelectuale.

Dacă li s-ar lua oamenilor resursele energetice, civilizația ar începe să regreseze, și noi ne-am întoarce la nivelul civilizației din Evul Mediu. De aceea, eventualitatea ca în secolele imediat următoare resursele energetice să se restrîngă poate nu numai să oprească progresul civilizației, dar și să o degradeze. Cauza acestei crize este foarte simplă. Astăzi 90% din energia consumată de omenire este produsă pe seama căldurii, obținute prin arderea de combustibil — petrol, cărbune, gaz. Acest combustibil s-a acumulat pe glob printr-o serie de procese biologice, care au durat multe milenii. Oricît de economic am folosi acest combustibil, cu timpul în mod sigur el se va epuiza și atunci se va declanșa criza. Deoarece nu avem posibilitatea de a determina cu exactitate rezervele de combustibil existente pe glob și nici de a prevedea creșterea consumului energetic, momentul declanșării crizei este astăzi apreciat în mod diferit. Este însă universal recunoscut că aceasta se va produce cîndva, în decursul următoarelor două secole. Posibilitatea de rezolvare a acestei crize prin folosirea resurselor energetice inepuizabile, precum soarele, căldura geotermală, vîntul, curenții de apă și multe altele este studiată amănunțit și există deja, în această problemă, o literatură bogată. Însă aprecierea obiectivă a situației create dovedește că singura cale

de soluționare a crizei de asigurare a unui consum energetic la nivelul necesar este folosirea energiei nucleare.

Existența acestei forme de energie a fost constatată abia în secolul nostru. Cu 40 de ani în urmă nu exista această modalitate de rezolvare a crizei energetice. Dacă energia nucleară nu ar fi fost descoperită, astăzi situația ar fi fost catastrofală. În acești 40 de ani fizica nucleară a fost atît de amănunțit studiată, încît se poate fundamenta științific afirmația că pe această cale criza energetică globală va fi depășită.

Mă voi limita aici la acele probleme sociale și științifice care așteaptă încă să fie soluționate, astfel ca energia nucleară să poată fi utilizată într-o asemenea cantitate și la puteri atît de mari, încît să înlocuiască energia de proveniență organică.

Astăzi sînt cunoscute două căi de obținere a energiei nucleare la nivelul energeticii de putere mare. Prima se bazează pe faptul că nucleele unuia din cele mai grele elemente — uraniu — se pot fisiona la bombardarea lor cu neutroni și, în acest mod, în anumite condiții, ia naștere reacția în lanț și se degajă energie. Aceste procese sînt bine studiate și au fost folosite practic în bomba atomică. Încetinind acest proces, el poate fi utilizat pentru obținerea neîntreruptă a energiei. Astăzi, pe această cale, funcționează cu succes centrale electrice cu puteri de peste un milion de kilowați. S-ar părea că rezervele naturale de uraniu vor ajunge pentru milenii, dacă acesta va fi folosit în așa-numitele reactoare „brider", care funcționează cu neutroni rapizi.

Totuși, în calea folosirii uraniului stau încă greutăți nerezolvate. În principal ele sînt legate de faptul că procesele nucleare au loc la un nivel energetic foarte ridicat, care corespunde unei temperaturi de sute de milioane de grade, cu mai multe ordine de mărime superioară acelora întîlnite în procesele de pe Pămînt. În cadrul proceselor nucleare apar diferite tipuri de radiație care

distrug materialele şi prezintă un mare pericol pentru oameni.

Consecinţele iradierii oamenilor cu astfel de radiaţii sînt bine cunoscute în urma exploziilor bombelor atomice la Hiroshima şi Nagasaki, cînd zeci de mii de oameni au pierit pe loc, şi încă pe atîţia au murit în decursul anilor, de boli provocate de aceste radiaţii. În reactoarele moderne ale unei mari uzine electrice este concentrată o radioactivitate mult mai mare decît cea produsă de bombele lansate la Hiroshima şi Nagasaki. Iar în cazul în care această radioactivitate, în timpul unei avarii, de exemplu, s-ar degaja în exterior, ea ar putea provoca catastrofe şi mai mari. De aceea, manipularea reactoarelor în care au loc procese nucleare necesită o tehnică a securităţii foarte perfecţionată. Pentru reactoarele obişnuite, aceasta constituie o problemă tehnică extrem de dificilă. A asigura însă securitatea reactoarelor-brider, necesare folosirii complete a uraniului, se arată a fi o problemă mai dificilă.

După folosirea uraniului rămîn deşeuri puternic radioactive, la care, după îndepărtarea lor din reactor, această radioactivitate se păstrează timp de încă cîteva sute de ani. Pînă acum nu s-a găsit un mijloc eficient, acceptabil pentru toţi, de depozitare fără pericole a reziduurilor radioactive. Lucrul acesta este legat de faptul că, sub influenţa îndelungată a radiaţiilor, containerele din orice substanţă îşi pot pierde cu timpul etanşeitatea.

Problema securităţii în exploatarea centralelor electrice nucleare a devenit mai acută în urma unei avarii serioase care a avut loc în California, la centrala electrică atomică Browns Ferry. Analiza cauzelor catastrofei a arătat că nu este suficient asigurată securitatea folosirii combustibilului uranic. Dificultatea asigurării securităţii la manipularea reactoarelor uranice rezultă din faptul că, deşi toate procesele nucleare sînt bine studiate ştiinţific, pînă acum nu există un tip de reactor

acceptat de toată lumea, care să garanteze o securitate deplină în exploatare. Este necesară soluționarea acestei probleme legate de siguranța utilizării uraniului, deoarece el va constitui sursa de bază a energeticii viitorului. Acest lucru este astăzi pe deplin recunoscut; după o îndelungată dezbatere, încep deja să se adopte diverse măsuri legislative în această privință. Nu există argumente științifice pentru a presupune că nu va fi găsită, cu timpul, soluția acestor probleme.

În cazul utilizării uraniului drept combustibil nuclear, există încă o dificultate: plutoniul obținut din acest proces poate fi folosit la fabricarea bombei atomice. De aceea, multiplicarea masivă a centralelor electrice nucleare ar putea duce la o largă răspîndire a plutoniului, iar controlul asupra folosirii lui pentru fabricarea bombei atomice ar deveni extrem de dificil. Există deja țări care au obținut plutoniu din reactoare utilizate în scopuri pașnice și au fabricat bombe atomice. De aceea, metoda actuală de control asupra reactoarelor cu combustibil uranic nu poate fi considerată ca suficientă. Aceasta este, de asemenea, o problemă larg dezbătută.

Toate acestea ne împing către recunoașterea importanței deosebite a realizării unei alte metode de obținere a energiei nucleare, bazată pe așa-numita reacție termonucleară. Această reacție constă în faptul că atomii ușori se pot combina, adică are loc fuziunea lor, degajîndu-se astfel o mare cantitate de energie. Elementele mult mai grele care apar în acest proces nu sînt radioactive, iar reactorul termonuclear nu prezintă practic nici un pericol pentru oameni și nici nu poate servi la fabricarea bombei atomice. În acest scop se dovedește un combustibil eficient izotopul hidrogenului — deuteriul. El se găsește în apă în cantitate suficientă și de aceea nu se pune problema unei lipse de combustibil. Posibilitatea obținerii unei asemena reacții, cu degajarea unei mari cantități de energie, este demonstrată experimental în realizarea bombei cu hidrogen, a

cărei funcționare este declanșată prin explozia unei bombe cu uraniu.

Însă realizarea acestei reacții ca atare, astfel încît ea să reprezinte o sursă folositoare de energie, s-a dovedit a fi o problemă științifică foarte dificilă, nerezolvată încă, deși, într-o serie de țări se lucrează intens în această direcție de mai bine de 20 de ani. Personal, întrucît nu există obstacole principial nerezolvabile, cred că, cu timpul, această problemă va fi soluționată. Dacă, în sine, fuziunea termonucleară controlată poate fi într-adevăr realizată, au devenit însă evidente condițiile necesare pentru aceasta. Schematic, soluția problemei se reduce la următoarele. Pentru obținerea reacției termonucleare continue este necesar ca plasma să fie încălzită pînă la o temperatură de cîteva sute de milioane de grade. În aceste condiții, plasma va pierde, bineînțeles, căldură în cantități mari, ceea ce va împiedica încălzirea ei. Există două modalități de reducere a pierderilor termice și de obținere a temperaturii înalte necesare. Prima dintre ele este dispunerea plasmei într-un cîmp magnetic intens. În acest caz pierderile termice se vor reduce proporțional cu puterea a patra a intensității cîmpului magnetic. Cîmpul magnetic necesar se apreciază 50—60 kOe și el este pe deplin realizabil cu ajutorul solenoizilor supraconductori moderni. A doua cale este micșorarea pierderilor termice relative care se vor produce la creșterea dimensiunilor masei de plasmă, deoarece căldura produsă este proporțională cu volumul, adică cu cubul dimensiunilor, iar pierderile termice, cu suprafața, adică cu pătratul dimensiunilor. Din aceste motive experiențele trebuie efectuate la scară mare, ceea ce necesită considerabile cheltuieli materiale. De exemplu, costul unui solenoid supraconductor de formă toroidală, necesar experimentului, se apreciază la cîteva sute de milioane de dolari. Teama față de riscul legat de asemenea cheltuieli împiedică deocamdată dezvoltarea acestor cercetări științifice la scara adecvată.

*
* *

Cea de a treia problemă globală este considerată epuizarea materiilor prime. Spre deosebire de primele două — problema controlului populaţiei şi cea a reducerii resurselor energetice — această problemă nu are un caracter de criză. Ea constă în aceea că se epuizează cele mai bogate surse de materii prime minerale, iar omenirea trebuie să le exploateze pe cele sărace. Într-o serie de cazuri ca, de exemplu, la extracţia cuprului, aceasta se şi întîmplă deja. Utilizarea resurselor sărace este legată de mari cheltuieli de muncă şi de mari consumuri de energie. Întrucît costul produselor creşte, aceasta tinde la elaborarea unei tehnologii de folosire mai economică a lor. În principal asta are ca urmare trecerea la aşa-zisul proces ciclic, care are loc fără deşeuri. Asemenea procese ciclice au loc în natura vie, şi de aceea ea există pe Pămînt de milioane de ani, fără simptome de epuizare a materiilor prime. Situaţia cea mai nefavorabilă este astăzi în agricultură. Recoltele mari obţinute astăzi — „revoluţia verde" — sînt realizate numai prin folosirea largă a îngrăşămintelor minerale. Practica demonstrează că, în cadrul metodelor existente astăzi în agrotehnică, numai 30—40% din aceste îngrăşăminte sînt asimilate de plante, iar restul ajunge de obicei în rîuri şi lacuri, unde se produce o poluare nedorită. În felul acesta nu se mai închide procesul ciclic al elementelor din sol, existent în natură, şi atît de necesar plantelor. Aceasta duce inevitabil la epuizarea irecuperabilă a unor tipuri de minerale, ca de exemplu, a fosforului, necesar anumitor îngrăşăminte minerale. Se pune o foarte importantă problemă ştiinţifică — dezvoltarea agrotehnicii moderne, astfel ca ea să folosească mai eficient îngrăşămintele minerale, iar agricultura să se bazeze pe procese ciclice. Desigur, trecerea la procese ciclice în producerea de alimente poate fi, de asemenea, realizată dacă hrana va fi

produsă nu din surse naturale, ci pe cale sintetică, artificială. Sinteza produselor alimentare, îndeosebi a albuminei, ar rezolva o serie de importante probleme economice şi sociale. N-ar mai exista, de exemplu, foametea cauzată de recoltele proaste, s-ar reduce afecţiunile gastrice şi multe altele. Hrana sintetică este o mare problemă ştiinţifică, aflată deocamdată într-un stadiu incipient. Asupra rezolvării ei trebuie să ne aplecăm cu o atenţie deosebită.

Din caracterizarea generală a abordării ştiinţifice a problemei materiilor prime minerale rezultă că acestea sînt, la rîndul lor, legate de rezolvarea problemei asigurării de resurse energetice, deoarecee în cazul folosirii surselor de materii prime mai sărace şi al creării proceselor ciclice şi a alimentelor sintetice, va creşte mult consumul de energie. De aceea, dacă nu vor creşte resursele energetice, soluţionarea acestor probleme va fi imposibilă.

*
* *

Cea de a patra problemă globală este poluarea mediului înconjurător. Din toate problemele globale, aceasta este cel mai intens discutată, deoarece oamenii iau contact nemijlocit cu poluarea rîurilor, mărilor, oceanelor şi aerului, cu reziduuri ale civilizaţiei moderne. Astăzi, lupta împotriva poluării este începută pretutindeni. În unele cazuri această luptă duce la crearea unor tehnologii cu procese ciclice şi ea pune în faţa ştiinţei probleme asemănătoare. Există însă şi probleme noi ce trebuie acum amintite. Prima se referă la ecologie. Unele reziduuri industriale, ajungînd în apă, aer sau sol, perturbează echilibrul biologic, ducînd la dispariţia unor specii de animale. Se pune problema: nu s-ar putea crea pe cale artificială alte tipuri de echilibru biologic, în care reziduurile să fie prelucrate cu folos? Pe scară redusă, astfel de probleme sînt rezolvate, de exemplu în aşa-zisele biofiltre. Ar fi fost însă deosebit de util ca aceste rezol-

vări să fie extinse pe o scară mai mare şi să se realizeze pe cale ştiinţifică asemenea procese biologice în lacuri şi rîuri, cum ar fi, de exemplu, folosirea îngrăşămintelor minerale, aşa încît ele să nu dăuneze echilibrului existent. Este interesant că în anumite cazuri iau naştere deja prin selecţie naturală asemenea echilibre biologice. Toate acestea arată că ecologul trebuie nu numai să studieze procesele existente, ci să se deprindă să găsească procese noi, folositoare, bazate pe poluarea care se manifestă astăzi în mediul înconjurător.

O altă problemă globală extrem de importantă şi asupra căreia trebuie să ne concentrăm atenţia este legată de poluarea atmosferei, poluare care poate provoca modificări ale climei întregii planete. De pildă, încă nu este clar pentru toată lumea că temperatura medie a atmosferei globului este foarte instabilă.

Cauza acestui fenomen are un fundament fizic bine determinat. El constă în următoarele: practic, toată căldura care asigură condiţiile climatice pe Pămînt vine sub formă de radiaţie de la Soare. Aceeaşi cantitate de energie pleacă de pe Pămînt, sub formă de radiaţii termice, în spaţiul cosmic. Avînd în vedere capacitatea de radiaţie a suprafeţei Pămîntului, împreună cu atmosfera înconjurătoare, pentru ca energia solară incidentă să se echilibreze cu cea terestră, trebuie ca temperatura medie absolută la suprafaţa Pămîntului să fie de aproape 300 K. Aceasta duce la următorul fapt: e destul ca energia solară incidentă sau capacitatea de radiaţie a suprafeţei Pămîntului să se modifice cu cîteva procente, pentru ca temperatura medie a Pămîntului să varieze sensibil. De exemplu, dacă este vorba despre o răcire, poate apărea o perioadă de glaciaţiune. În cazul încălzirii, va începe topirea gheţurilor arctice şi antarctice, iar nivelul oceanului planetar va creşte şi o parte considerabilă a continentului european va fi inundată. O asemenea instabilitate a temperaturii medii a suprafeţei terestre este confirmată de oscilaţiile cli-

matice care au avut deja loc pe Pămînt şi au dus la perioadele glaciare.

Cercetările contemporane dovedesc că perioadele glaciare pot fi urmărite de-a lungul veacurilor, pe parcursul a milioane de ani, şi că ele s-au produs de cel puţin şapte ori. Faptul că au avut loc perioade glaciare arată că clima Pămîntului este instabilă şi că este posibilă şi astăzi o nouă schimbare. Ea ar putea fi provocată de poluarea globală a atmosferei, care se produce în principal datorită transportului auto şi a celui aerian. Această poluare poate influenţa, de exemplu, conţinutul de ozon din părţile superioare ale atmosferei, cît şi transparenţa aerului, modificînd în acest fel valoarea radiaţiei suprafeţei terestre, care manifestă o puternică dependenţă de cele mai mici adaosuri în aerul atmosferic. Într-un asemenea caz temperatura Pămîntului se va schimba. O asemenea schimbare de temperatură este pe deplin posibilă. Acest proces a fost numit „efectul de seră". Pînă astăzi, existenţa lui nu numai că nu a mai fost descoperită, dar nici măcar nu i s-a descoperit semnul, adică nu se ştie dacă are loc creşterea sau scăderea temperaturii medii a Pămîntului.

Studierea radiaţiei de pe întreaga suprafaţă a Pămîntului este o problemă ştiinţifică complicată, reclamînd o amplă organizare, şi ea trebuie soluţionată prin cooperare internaţională, ceea ce deocamdată nu s-a realizat. E adevărat că pentru moment rezolvarea acestei probleme nu este presantă, întrucît căldura latentă de topire a gheţurilor are o valoare totală atît de mare, încît timpul de relaxare al acestor procese climatice este, la rîndul său, îndelungat, ceea ce lasă vreme suficientă pentru studierea ştiinţifică a acestor procese.

Se spune adesea că trecerea la energia nucleară poate produce o încălzire globală, aşa-zisa „poluare termică". Calculele arată că acest proces, în comparaţie cu „efectul de seră" provocat de poluarea atmosferei, va fi de multe ori

mai mic şi deocamdată nu ne ameninţă cu o variaţie globală a climatului planetei.

Rezumînd analiza efectuată, conchidem că problemele globale ridică în faţa ştiinţei o serie de chestiuni noi. Dintre acestea, cele mai importante sînt :

1. Studierea modificărilor în „calitatea" populaţiei şi a legăturilor dintre acestea şi structura societăţii.

2. Utilizarea fără de pericole a proceselor nucleare, ca resurse energetice de bază ale viitorului şi, în principal, realizarea fuziunii termonucleare controlate.

3. Înfăptuirea ciclurilor închise, îndeosebi în agricultură.

4. Studiereea bilanţului termic al Pămîntului în legătură cu poluarea mediului înconjurător.

Se pare însă că termenul pentru soluţionarea tuturor acestor probleme este limitat la numai un secol.

Pentru ca aceste probleme să fie rezolvate la timp, sînt necesare mari forţe intelectuale şi mijloace materiale. În acest scop cercetările trebuie desfăşurate pe scară internaţională. Pentru ca rezultatele obţinute să fie efectiv traduse în viaţă, trebuie să fie creat un organism internaţional cu autoritate. Desigur, realizarea acestuia este o mare problemă în sine, a cărei discuţie este în afara tematicii comunicării mele. Doresc, totuşi, să relev, pe scurt, cîteva dintre problemele specifice care apar la soluţionarea acestor probleme.

Este evident că pentru rezolvarea cu succes a aproape tuturor acestor probleme la scară mondială, statelor li se vor stabili îndatoriri bine determinate, a căror îndeplinire va contraveni adesea intereselor lor înguste. De aceea ele vor putea fi îndeplinite numai sub influenţe exterioare.

Viitorul civilizaţiei umane depinde însă de posibilitatea statelor existente de a asigura rezolvarea problemelor globale. Am remarcat deja că participarea unui stat la rezolvarea problemelor globale este determinată de natura sa so-

cială și de ideologia care stă la baza politicii sale. Astăzi, de exemplu, economiști de seamă consideră că acest lucru îl pot realiza numai statele cu regim socialist, deoarece pentru aceasta este necesar un control sever asupra economiei țării.

Ce alte forțe mai pot asigura soluționarea problemelor globale? Se poate afirma numai că știința modernă se află la un nivel suficient de ridicat pentru a indica cea mai scurtă cale de rezolvare a acestora. Organizarea aplicării acestor soluții este o mare problemă cu caracter internațional. Cel mai probabil, aceste soluții vor putea fi realizate numai de către forțele rațiunii și ele depind de capacitatea de înțelegere corectă, de către forțele conducătoare ale statelor, a consecințelor catastrofale pentru întreaga omenire, în cazul în care aceste probleme nu vor fi rezolvate la vreme.

Acum, de exemplu, una din cele mai actuale probleme este efectuarea cercetărilor științifice necesare care, după cum am arătat mai sus, trebuie încheiate încă înainte de declanșarea crizei. Ne va ajunge oare timpul? Aceasta depinde desigur de modul în care vor fi organizate aceste cercetări. Pentru a asigura desfășurarea eficientă a acestora, trebuie polarizate în jurul lor forțele intelectuale cele mai înaintate, și de aceea ele trebuie organizate pe scară internațională. Acestor cercetări trebuie, de asemenea, să li se asigure mijloace materiale suficiente.

Este bine cunoscut faptul că la productivitățile actuale ale muncii, cel mult 1/3 din populația țărilor dezvoltate este ocupată cu producerea a tot ce este necesar unei țări. Cea mai mare parte a surplusului realizat de forțele de producție este utilizat în principal în cadrul industriei de armament și pentru întreținerea forțelor militare, care nu participă la munca productivă. Pe plan mondial, totalul acestor cheltuieli depășește de mai multe ori pe cel al cheltuielilor legate de munca științifică. Ar părea rațional ca cel puțin o parte a acestor mijloace și, mai ales, o parte a forțelor intelecuale angre-

nate în susținerea activităților militare, să fie transferate la efectuarea cercetărilor științifice pentru rezolvarea problemelor globale. Aceasta nu s-ar repercuta asupra bugetelor naționale și nu ar duce la creșterea șomajului, deoarece în industrie s-ar menține același grad de ocupare a forței de muncă, ea fiind doar orientată către alte scopuri.

Astăzi, cînd colaborarea internațională se dezvoltă tot mai mult, se poate spera că asemenea măsuri vor fi realizate și că rațiunea va învinge. Pentru aceasta, însă, este necesar ca aceste probleme să fie formulate precis și convingător și să fie larg popularizate, ceea ce cade în sarcina oamenilor de știință, fiindcă numai ei posedă autoritatea necesară pentru a vorbi despre posibilitatea rezolvării problemelor globale, hotărîtoare pentru soarta întregii omeniri. De aceea nu trebuie să ne izolăm de soluționarea problemelor sociale, ci să recunoaștem evidenta lor legătură cu munca științifică a savanților.

Un exemplu de astfel de atitudine de om de știință a dat la timpul său Bernal. Eminent savant, atît în activitatea sa științifică, cît și în activitatea sa socială, el a subliniat în mod constant legătura științei cu problemele sociale, iar pentru aceasta s-a bucurat de recunoașterea și gratitudinea unanimă.

INFLUENȚA IDEILOR ȘTIINȚIFICE CONTEMPORANE ASUPRA SOCIETĂȚII [1]

Tema pe care o analizăm prezintă interes prin faptul că ea se referă la rolul științei în dezvoltarea și funcționarea societății contemporane. Pe

[1] Referat prezentat la Simpozionul internațional UNESCO consacrat aniversării a 100 de ani de la nașterea lui Albert Einstein (Ulm, R.F.G., 1978). Referatul a fost publicat de editura „Znanie", Moscova, în colecția „Novoe v jizni, nauke, tehnike", seria „Fizika", în nr. 7/1979, intitulat „Akademik Piotr Leonidovici Kapița".

mine mă preocupă în prezent, cel mai mult, problemele de anvergură mondială, a căror rezolvare practică este strîns legată de structura societăţii omeneşti. Tocmai despre rolul ştiinţei în acest context intenţionez să vă vorbesc.

Desigur, marele rol al ştiinţei în civilizaţia noastră este îndeobşte recunoscut. Pe bună dreptate probabil, ştiinţa este denumită forţă de producţie. Istoria demonstrează invariabil că practic orice descoperire sau teorie ştiinţifică importantă are influenţă asupra dezvoltării civilizaţiei, a societăţii noastre.

Faptul acesta reiese cu pregnanţă deosebită şi din următoarele exemple. Descoperirile aparent mici ca proporţii şi care la început păreau să aibă efecte reduse, realizate în decursul ultimelor două secole de către Franklin, Galvani, Oersted sau Faraday în domeniul electricităţii, şi generalizarea lor teoretică, realizată de către Maxwell, au dus la electronica modernă, pe care în fond se bazează traiul cotidian şi producţia industrială a civilizaţiei contemporane.

Nu mai puţin pregnant s-a manifestat rolul ştiinţei în studiul radioactivităţii, descoperită de Becquerel în 1896. La început descoperirea sa a fost considerată ca un fenomen al naturii, interesant, dar cu semnificaţie redusă. Cercetările ştiinţifice ale soţilor Curie şi ale lui Rutherford au arătat că acest fenomen are un caracter fundamental şi e legat de procesele ce au loc în nucleele atomilor. De la descoperirea acestui fenomen au trecut mai puţin de 100 de ani, în acest răstimp însă el a pus la dispoziţia omenirii cea mai puternică sursă de energie, căreia îi revine sarcina să rezolve criza globală, legată de epuizarea resurselor energetice. Energia nucleară a pus totodată la dispoziţia omenirii şi o armă cu o asemena forţă de distrugere, încît teama de a o folosi obligă statele să-şi schimbe radical atitudinea faţă de conflictele militare.

Iată deci cît de imprevizibilă şi de surprinzătoare este legătura între descoperirile ştiinţifice şi aplicarea lor practică, lucru demonstrat eloc-

vent de o lucrare remarcabilă a lui Einstein. Am în vedere lucrarea sa despre radiația spectrală indusă, publicată în anul 1916 [1]. Cred că nu voi greși spunînd că din toate lucrările sale, aceasta a fost, la timpul său, cea mai puțin remarcată, dar astăzi valoarea sa practică este neîndoielnică. Laserul actual, care joacă în prezent un mare rol atît în știință, cît și în diferitele domenii ale vieții practice, se bazează, după cum se știe, pe fenomenul radiației induse, iar esența sa teoretică a fost dezvăluită de Einstein în lucrarea menționată, încă în anul 1916. Tehnica experimentului științific era pe atunci de un nivel destul de ridicat ca să fie posibilă, în acei ani, realizarea laserului; acest lucru s-a produs însă abia în anii '60. Exemplele citate arată de asemenea că știința pune în mișcare practica numai atunci cînd între teorie și experiment există o puternică influență reciprocă. Ruptura teoriei de practică este cauza întîrzierii introducerii în viață a unei descoperiri științifice.

Vorbind despre rolul științei, cred că trebuie să lămurim mai precis ce este știința, deoarece astăzi, probabil pentru a-i conferi însemnătate, sînt desemnate adeseori cu acest cuvînt lucruri ce nu au nici o legătură cu știința.

Desigur, noțiunea de „știință" apăruse demult, dar accepția sa contemporană datează abia din secolul al XVI-lea. Schematizînd sensul actual al noțiunii, știința se definește, cred, în felul următor.

Se știe că, spre deosebire de animale, oamenii își făuresc bunăstarea transformînd natura și nu adaptîndu-se la ea, ca restul lumii animale. Această transformare s-a făcut întotdeauna printr-un efort colectiv și astfel a luat naștere societatea.

La baza evoluției, dirijată de „înțelepciunea naturii", se află metoda „încercărilor și erorilor". Numărul încercărilor ce s-au dovedit a fi în concordanță cu cerințele evoluției se amplifică. Aceasta e legea selecției naturale. Așa s-a creat

natura şi aşa a fost creat omul, doar că pentru apariţia omului a fost nevoie de milioane de ani.

Omul a început de asemenea să transforme natura pe baza metodei „încercărilor şi erorilor". Elementul principal, care asigură eficienţa acestui proces, constă în preocuparea de a nu repeta greşelile şi de a generaliza teoretic experienţa acelor încercări care pe cale empirică s-au dovedit utile.

Astfel s-a format la oameni mecanismul de transmitere a moştenirii sociale. Acest mecanism putea să funcţioneze eficient atunci cînd era asigurată posibilitatea difuzării largi, păstrării şi transmiterii experienţei din generaţie în generaţie. La început aceasta se făcea prin instituirea tradiţiilor, la care au contribuit în mare măsură obiceiurile, care au format religia. Evident, apariţia scrierii a jucat un mare rol în păstrarea experienţei acumulate şi în difuzarea mai largă a experienţei. Mecanismul transmiterii moştenirii sociale, dobîndit pe calea „încercărilor şi erorilor", a început să influenţeze în modul cel mai eficient dezvoltarea civilizaţiei, atunci cînd a căpătat forma pe care o numim astăzi „ştiinţă".

La început, religia a fost cea care a mijlocit acumularea elementelor pozitive ale experienţei dobîndite şi în acest sens a jucat un rol progresist, dar, spre deosebire de ştiinţă, i-a lipsit obiectivitatea în generalizarea încercărilor reuşite.

La folosirea metodei „încercărilor şi erorilor" experienţa dobîndită devine ştiinţifică atunci cînd ea este generalizată pe baza legii cauzalităţii — anumite cauze provoacă întotdeauna anumite efecte şi de aceea fiecare problemă nu are decît o singură soluţie. În acest fel se obţine însuşirea de bază a generalizării ştiinţifice: obiectivitatea, însuşire care îi conferă caracterul universal. În aceasta constă deosebirea ei principală de religie.

De aceea putem considera ştiinţifică interpretarea faptelor empirice numai atunci cînd această

interpretare devine obiectivă și capătă posibilitatea unei recunoașteri generale.

După cum se știe, religia își permite să desconsidere legile cauzalității și de aceea ea dă la anumite întrebări răspunsuri care nu pot avea un caracter științific, ca de exemplu, în legătură cu crearea lumii, libertatea voinței, prezența puterii divine etc. Iată de ce pot exista o mulțime de religii, pe cînd știința este una singură, ca și tabla înmulțirii.

Ca sector de-sine-stătător în organizarea societății, știința a început să-și exercite influența în timpul Renașterii. Francis Bacon a caracterizat în modul cel mai pregnant, în acea vreme, natura generalizării științifice și semnificația practică a acesteia. După Bacon, datele empirice obținute din observații spre a fi folosite în știință sînt generalizate pe baza metodelor logice ale inducției și deducției. Rolul dialecticii în dezvoltarea științei a fost relevat mai tîrziu, începînd cu Kant și Hegel. Însemnătatea cunoașterii științifice a naturii ca metoda cea mai eficientă de rezolvare a problemelor practice a fost ilustrată de Bacon plastic: „Schilodul care șchioapătă pe un drum bun poate întrece trăpașul care aleargă pe un drum greșit. Mai mult, cu cît trăpașul care a greșit drumul aleargă mai repede, cu atît schilodul îl lasă mai în urmă". Însemnătatea socială a științei a fost descrisă profetic de Bacon în cartea sa „Noua Atlantidă", în care dă o descriere utopică a structurii de stat, organizată pe baze științifice.

În această epocă încep să apară contradicțiile între religie și știință. Ele se manifestă deosebit de acut în problemele cosmogoniei, între doctrina bisericii catolice și lucrările științifice ale lui Copernic și Galilei. Cauza acestor contradicții este astăzi foarte clară. Ea constă în faptul că, la aceleași întrebări, de exemplu despre originea lumii, știința dă un răspuns care diferă de originea mitologică, adoptată de religie. Soluția științifică a fost fundamentată riguros prin legile obiective ale mecanicii, formulate de Galilei și

generalizate teoretic de Newton. Imaginea universului, propusă de Copernic, contrazicea imaginea oferită de Biblie şi adoptată de biserica catolică. Aceste contradicţii subminau autoritatea bisericii, pe care se baza structura socială de atunci şi se asigura soliditatea fundamentului pe care se întemeia puterea. Contradicţia între ştiinţă şi religie nu era numai o frînă în calea dezvoltării ştiinţei, dar lua adeseori un caracter dramatic şi a costat viaţa unor oameni de ştiinţă, cum a fost cazul lui Giordano Bruno, care a pierit pe rug.

Conflictele dintre ştiinţă şi religie au continuat pînă în zilele noastre. Desigur, ele nu au mai luat forme atît de acute ca pe vremea lui Galilei şi Copernic. Dar chiar şi în secolul trecut ele au atins o deosebită ascuţime, cînd Darwin a formulat legea evoluţiei naturii vii, bazată pe selecţia naturală. El nu s-a temut să extindă această lege şi la crearea omului, cu toate că religia susţinea că omul a fost creat de dumnezeu. Aici contradicţiile între ştiinţă şi religie au luat proporţii care nu erau mai mici decît acelea privind crearea lumii, iar influenţa negativă a religiei a avut ca urmare faptul că mai mulţi oameni de ştiinţă au plătit cu pierderea funcţiilor lor ştiinţifice, deşi nu s-au înregistrat victime omeneşti. Cu timpul aceste contradicţii au început să se manifeste în forme mai paşnice.

Astăzi se fac încercări de a se atenua contradicţiile dintre ştiinţă şi religie, pornindu-se mai ales de la faptul că funcţia socială a religiei nu mai este orientată către acele probleme în jurul cărora se nasc aceste contradicţii. Astfel influenţa religiei, care de mai bine de trei secole frîna dezvoltarea ştiinţei, a devenit limitată.

Începînd din epoca Renaşterii, în universităţi, în afara predării doctrinei religioase, oamenii de ştiinţă înaintaţi au putut transmite tot mai larg tineretului experienţa lor şi în domeniul ştiinţelor naturii. A început să crească rapid numărul universităţilor şi în aproape toate ţările Europei au luat fiinţă academii de ştiinţe, între care

existau raporturi de cooperare în planul științei. S-au dezvoltat legăturile poștale, iar tiparul a contribuit în mod sigur la colaborarea internațională a oamenilor de știință. Prima revistă științifică a apărut în 1650 și, conform cercetărilor istoricului științelor D. Price [2], de atunci numărul revistelor științifice crește în lume neîncetat, în progresie geometrică, astfel încît la fiecare 10—15 ani numărul lor se dublează, astăzi acest număr apropiindu-se de 100 000.

A apărut o anumită ordine de prioritate în dezvoltarea disciplinelor științifice. Astfel, pe timpul lui Bacon se dezvoltau în principal matematica, fizica, mecanica, chimia și alte științe ale naturii ; biologia a început să se dezvolte ceva mai tîrziu.

În cursul secolului trecut, odată cu dezvoltarea tehnicii și a industriei, au apărut în știință noi discipline, pe care astăzi le numim aplicative. Ele au fost necesare mai ales în legătură cu electrificarea industriei și a activităților casnice. Au început de asemenea să se dezvolte discipline aplicative ca : mecanica construcțiilor, rezistența materialelor, hidrodinamica tehnică, metalurgia și altele. Deși se bazează ferm pe științele fundamentale (matematica, fizica, chimia, mecanica), științele aplicative au o existență autonomă, întrucît conținutul lor este determinat de acea ramură a industriei sau a tehnicii pe care o servesc.

Dacă pînă în secolul al XVIII-lea instituțiile de învățămînt superior, mai ales universitățile, dezvoltau științele fundamentale sau, cum li se spunea pe atunci, pure, începînd din secolul al XIX-lea, au început să fie create instituții de învățămînt superior, denumite adeseori institute politehnice, care dezvoltă științele aplicative și în care se formează ingineri de diferite specialități.

Cei dintîi care au început să înființeze pe scară largă instituții de învățămînt superior inginerești specializate au fost germanii. Este evident că prin aceasta se explică nivelul ridicat al

tehnicii, îndeosebi al electrotehnicii, la care a ajuns Germania la sfîrşitul secolului trecut şi la începutul secolului nostru. Atunci au apărut oameni de ştiinţă — ingineri de renume mondial ca Siemens, Arnold, Walker, Steinmetz, Stodola, Tesla, Levy şi alţii. E interesant că nivelul învăţămîntului în aceste institute tehnice a fost atît de ridicat, încît mulţi dintre absolvenţii lor au devenit oameni de ştiinţă renumiţi. Astfel, Einstein a absolvit institutul politehnic din Zürich. Mari oameni de ştiinţă ca P. Dirac, P. Langevin, P. Debye, A. F. Ioffe, P. N. Lebedev, A. Poincaré, J. Cockroft şi alţii au absolvit de asemenea institute tehnico-inginereşti.

În secolul nostru tratarea ştiinţifică a pătruns într-un domeniu nou — organizarea conducerii eficiente a producţiei înseşi. Ea a atins cotele cele mai înalte în S.U.A. datorită, în principal, introducerii standardizării şi a montajului pe bandă rulantă, inventat de Henry Ford. Tot acolo s-a dezvoltat metoda ştiinţifică de studiere a procesului de producţie, elaborată de Taylor. Astfel a luat naştere o nouă ramură a ştiinţei aplicative care se numeşte „teoria conducerii". Astăzi ea este strîns legată de folosirea calculatoarelor care servesc la stabilirea interrelaţiei funcţionale între numeroşii factori de care depinde eficienţa proceselor de producţie. Abordarea ştiinţifică a proceselor de producţie, elaborată în S.U.A., explică probabil acel nivel înalt şi deocamdată nedepăşit, al productivităţii muncii, atins în această ţară. Această nouă ramură a ştiinţei aplicative se extinde acum în alte ţări, atît capitaliste, cît şi socialiste.

*
* *

Există însă un domeniu important, în care, în multe ţări, ştiinţa influenţează cu multă greutate dezvoltarea. E domeniul ştiinţelor sociale, care studiază legile funcţionării şi dezvoltării structurilor sociale. Printre altele, sarcina practică a

acestor ştiinţe este de a realiza o organizare eficientă a economiei naţionale. La prima vedere s-ar crede că, dacă se poate crea o ştiinţă a organizării producţiei la nivelul întreprinderii, acelaşi lucru s-ar putea face şi la scara întregii economii. Acest domeniu al ştiinţei sociale este numit de obicei „economie politică". Deşi ea există de mult, din punctul nostru de vedere ea n-a putut fi considerată ştiinţă, întrucît nu era caracterizată prin obiectivitate. Economiştii semănau cu medicii, care, bazîndu-se pe experienţa empirică de care dispun, dau indicaţii bolnavului cum să se trateze, fără să înţeleagă adesea mecanismul care a provocat boala. Astfel, economiştii dau sfaturi cum să se depăşească dificultăţile apărute, fără să cunoască, de obicei, legităţile ştiinţifice care le generează.

Primul care a găsit modalitatea ştiinţifică de a trata economia a fost Karl Marx. Rolul său poate fi comparat cu rolul lui Newton, care, după cum se ştie, a lărgit în mecanică noţiunea de forţă, introducînd forţele de inerţie şi astfel, din condiţia de echilibru a dedus legea fundamentală a mişcării corpurilor materiale. Marx a pus la baza proceselor economice mişcarea capitalului şi a scos la iveală procesele sociale care determină dinamica acestuia. Totodată, Marx a lărgit noţiunea de „capital", determinînd mărimea lui nu prin banii acumulaţi, ci prin toate mijloacele sociale de producţie şi prin mijloacele de trai transformate în capital.

Legităţile dinamicii de creştere a avuţiei naţionale totale, formulate de Marx, acţionează în structuri sociale diferite. Aceste legi sînt întru totul obiective, ca şi legea lui Newton din mecanică şi de aceea ele sînt ştiinţifice. Marx a cercetat aceste legităţi, studiind economia în condiţiile capitalismului. Legitatea principală pe care a descoperit-o duce la concluzia că mărimea creşterii capitalului, în condiţiile producţiei bazate pe munca salariată, este determinată de profitul pe care îl obţine proprietarul lui. Marx a demonstrat că, în aceste condiţii, dinamica creşterii capitalului este

în mod necesar instabilă, fiind provocată de natura stihinică a economiei capitaliste. Una din cauzele principale ale instabilității economiei capitaliste constă în faptul că profitul aparține capitaliștilor ; astfel, capitalul se poate concentra nelimitat în mîinile patronului și concomitent, în mod inevitabil, va avea loc pauperizarea muncitorilor. Marx considera că, în ultimă instanță, acest proces va duce în țările cu industrie dezvoltată la pauperizarea proletariatului și la o situație care se va rezolva prin revoluție. Atunci economia stihinică va fi înlocuită de o economie planificată, asemănătoare cu cea care va fi în socialism.

După cum a arătat istoria, în principalele țări capitaliste dezvoltate acest lucru deocamdată nu s-a produs. Aceasta se explică prin faptul că, deși eșafodajul științific al lui Marx nu a fost greșit, el pornea însă de la viteza de creștere a capitalului existentă în timpul său, în secolul trecut. Datorită revoluției tehnico-științifice această viteză a început să crească rapid. După cum se știe, viteza de creștere a capitalului este determinată de productivitatea muncii, iar aceasta, la rîndul ei, este aproape integral determinată de echiparea energetică a muncitorului. Pe vremea lui Marx această echipare energetică era redusă și în multe privințe era determinată de forța musculară a muncitorului. În prezent situația s-a schimbat fundamental. În țările dezvoltate munca fizică reprezintă în producție mai puțin de 1% din toate cheltuielile de energie. Aceasta a avut ca urmare faptul că creșterea capitalului total în țară — a „produsului național brut", cum i se spune acum — 'a devenit atît de mare, încît nu mai are loc o pauperizare a proletariatului în sens absolut. Au apărut, cum li se spune acum, „societăți bogate" (affluent societies).

Marx a descoperit încă o cauză care duce în mod inevitabil la creșterea instabilă a economiei și care e, de asemenea, legată de caracterul stihinic al capitalismului. Marx a arătat că în capitalism capitalul crește inegal și că, periodic,

trebuie să izbucnească crize care provoacă stagnarea producției și șomajul. Mecanismul acestor crize este definit de faptul că creșterea oricărei ramuri a industriei este determinată de investiții. Proporțiile acestor investiții în capitalism sînt determinate de profitul pe care îl aduce capitalul, iar profitul este determinat de cerere. Cînd într-o anumită ramură a industriei piața este saturată, profitul scade, iar pentru echilibru trebuie să scadă în această ramură și creșterea de capital. Astfel, între profit și investiții există o legătură inversă.

Desigur, restabilirea echilibrului are loc cu întîrzierea numită relaxare. Acest proces duce la oscilații, ce au caracter de crize periodice. În mecanică procesele analoge au fost bine studiate și s-a arătat cum duc ele la autooscilații. Perioada și intensitatea acestor oscilații sînt determinate în principal de eficiența legăturii inverse. Aceste autooscilații pot fi oprite sporind eficiența legăturii inverse. Lucrul acesta se obține în economia planificată și are loc în socialism. Astăzi, aceasta se confirmă prin faptul că în țările socialiste existente, datorită controlului planificat al investițiilor, legătura inversă s-a îmbunătățit într-atît, încît deși mai există o oarecare instabilitate, ea este mult mai redusă decît în țările capitaliste.

În orînduirea capitalistă, odată cu creșterea producției, determinată la începutul secolului nostru de revoluția tehnică, amplitudinea proceselor oscilatorii în investiții a început să crească rapid; în cele din urmă, criza din 1929 a atins asemenea proporții, încît s-a transformat într-o catastrofă economică.

Se părea că pentru lichidarea crizei trebuiau luate măsuri, bazate pe analiza științifică a lui Marx, introducîndu-se economia planificată; dar acest lucru nu s-a întîmplat.

Este instructiv să amintim cum a început lupta împotriva izbucnirii crizelor de asemenea proporții ca aceea din 1929. După cum se știe, metoda de luptă a fost propusă de economistul

englez J. M. Keynes. Om de știință excepțional de talentat și foarte instruit, Keynes și-a început cariera științifică ca matematician, lucrînd în domeniul teoriei probabilităților. La început el a fost consultant al unor societăți de asigurări, apoi a demonstrat nevalabilitatea tratatului de pace de la Versailles și a început să se ocupe de economie la scară de stat. Keynes cunoștea și aprecia lucrările lui Marx, dar, fiind un pragmatic, el înțelegea că, atunci cînd capitalul constituie o proprietate privată, lupta împotriva crizei poate fi dusă numai în cadrul societății capitaliste existente. După Marx, această luptă trebuia, firește, îndreptată împotriva creșterii haotice a investițiilor. De aceea, în măsura în care era practic posibil, trebuia limitată libertatea ei și sporit controlul statului asupra capitalului. Aceasta se putea realiza pe două căi. În primul rînd, prin sporirea fiscalității. În acest fel, creșterea capitalului ar fi ajuns parțial sub controlul statului. Întrucît fiscalitatea a existat dintotdeauna în toate statele, ea trebuia, desigur discret, sporită. A doua cale propusă de Keynes a fost mai originală și mai îndrăzneață. Ea a constat în aceea că, în ciuda regulilor general admise de gospodărire a finanțelor, bugetul de stat trebuia să fie încheiat cu un deficit, ceea ce, desigur, ar fi dus la inflație. Explicarea teoretică a acestui proces este că, în condițiile inflației, capitalul mort se depreciază. Aceasta e, firește, nerentabil, de aceea inflația duce la stimularea investițiilor. Se îmbunătățește legătura inversă, ceea ce duce la dezvoltarea unor noi orientări în industrie. Într-adevăr, așa cum presupunea Keynes, o inflație redusă permanentă a început să atenueze crizele.

Această rețetă a lui Keynes a fost repede acceptată. În decurs de 40 de ani economia capitalistă s-a stabilizat considerabil. Crize se mai produceau, dar ele erau de proporții suportabile. În urmă cu trei ani, această rețetă a încetat brusc să mai fie eficientă. În toate țările capitaliste

inflaţia a început să crească rapid şi a ajuns la asemenea proporţii încît dezvoltarea şi funcţionarea normală a economiei naţionale a devenit practic imposibilă. Creşterea produsului naţional s-a redus, a apărut şomajul permanent şi, concomitent, o totală instabilitate a principalelor cursuri valutare. În aceşti trei ani, în ciuda mai multor încercări, nu s-a ajuns la o metodă eficientă de luptă împotriva crizei, care începe să capete un caracter cronic.

Se poate însă afirma cu destulă certitudine că apariţia crizelor globale este determinată de aceleaşi legi pe care le-a descoperit Marx pentru economia capitalistă la scara unei singure ţări. Într-adevăr, nu e greu de constatat că, în ultimii 40 de ani, s-au produs mari schimbări în economia mondială. O serie de ramuri industriale şi capitalul investit în ele au început să aparţină concomitent cîtorva ţări puternic dezvoltate. Această legătură a dus la specializarea industriei în unele state, şi, totodată, a apărut necesitatea de a se folosi resursele de materii prime şi forţa de muncă a altor ţări. Investiţiile în comun au dus la apariţia companiilor multinaţionale.

Dacă în ultimii 40 de ani, în cadrul unei singure ţări, prin intermediul fiscalităţii şi al creării unei inflaţii artificiale, s-a dovedit posibil controlul asupra mişcării capitalului în măsură suficientă pentru stabilizarea economiei, pe scară internaţională această metodă devine inaplicabilă. Aceasta se explică prin faptul că nici un stat nu admite amestecul în treburile sale interne şi acţionează pe baza intereselor sale naţionale, care pot fi în contradicţie cu interesele altor ţări. Chiar dacă guvernele unor state ar putea ajunge la o înţelegere cu privire la măsurile de dezvoltare a economiei, în condiţiile libertăţii acordate dinamicii capitalului particular, nu există de obicei posibilitatea de a traduce în viaţă astfel de măsuri.

Necesitatea unei coordonări a economiei unor ţări este resimţită acum atît de acut, încît a început să

aibă loc o anumită integrare a economiei unui șir de țări dezvoltate, ca de exemplu crearea în țări cu sisteme diferite a „Pieței comune" și a C.A.E.R.-ului. Trebuie de asemenea menționate acele cercetări științifice, inițiate de Clubul de la Roma, care au început să studieze stabilitatea proceselor economice naționale existente la scară globală. Cercetările publicate asupra acestor probleme [3], organizate de Clubul de la Roma, deși sînt mereu criticate, constituie o mărturie a faptului că cercetările științifice respective se desfășoară, fără îndoială, pe direcția justă și oferă un material prețios pentru înțelegerea științifică a crizei ce are loc.

Cu timpul, desigur, se va găsi calea pentru stabilizarea economiei la scară mondială. Conform legităților descoperite de Marx, trebuie găsită în fiecare țară doar calea care să permită luarea sub control centralizat eficient, de stat și obștesc, a capitalului și a profitului. Numai atunci guvernele diferitelor țări vor putea să se înțeleagă între ele și să înceapă să traducă în viață o politică economică coordonată.

Majoritatea economiștilor de frunte sînt de acord că controlul planificat al dinamicii investițiilor este necesar în cadrul dimensiunilor globale la care a ajuns acum economia, datorită înaltei productivități a muncii, în condițiile revoluției tehnico-științifice. Economiștii caută măsuri eficiente, asemănătoare celor pe care le-a propus Keynes, dar urmăresc totodată pe cît posibil să păstreze principiul „Laisser faire, laisser passer" ce stă la baza orînduirii capitaliste. Ei încep să caute acum o soluție de compromis: așa s-a născut teoria convergenței, potrivit căreia în condițiile dezvoltării evolutive a sistemelor sociale existente, cum crede, de pildă, J. Galbraith, ele se vor contopi cu timpul într-unul singur, care va păstra „laturile lor cele mai bune" și va constitui un compromis între socialism și capitalism.

Este interesant de relevat că față de descoperirile științifice ale lui Marx, care a demonstrat

necesitatea creării unei economii planificate, s-a creat o prejudecată, provocată de teama de socialism, deşi aceste lucrări ale lui Marx sînt în esenţa lor pur ştiinţifice, şi ca atare obiective, şi nu există nici un temei de a lua faţă de ele o atitudine emoţională. Cu concluziile ştiinţifice ale lui Marx se repetă, pare-se, situaţia analogă aceleia din secolele trecute, cînd dezvoltarea ştiinţelor naturii era frînată deoarece acestea subminau autoritatea bisericii ; dezvoltarea ştiinţelor sociale este actualmente de asemenea frînată, întrucît ele conduc adeseori la concluzii care subminează autoritatea puterii de stat.

În afara problemei stabilităţii economiei mondiale, omenirea va trebui, fără îndoială, să rezolve în secolul următor şi o serie de alte probleme globale, legate de epuizarea pe plan mondial a resurselor energetice şi de materii prime tradiţionale şi de poluarea mediului ambiant. Toate aceste probleme pot fi rezolvate eficient numai pe o bază strict ştiinţifică şi pe scară internaţională.

*
* *

Oamenii trăiesc într-un colectiv închis — în societate. Societăţii omeneşti îi este caracteristic un anumit sistem de instituţii sociale. Deşi astăzi formele instituţionale în statele dezvoltate sînt în multe privinţe similare — ele au toate organizaţii ca : armata, poliţia, instituţiile financiare, învăţămîntul public şi altele, care se află sub conducerea nemijlocită a statului — totuşi ele diferă după caracterul structurii sociale şi după gradul dezvoltării lor culturale.

Se pune întrebarea : prin ce anume stabilim caracterul progresist sau înapoiat al vreuneia dintre structurile sociale existente ? Care dintre ele se află pe calea creşterii evolutive a omenirii ? Poate fi rezolvată această problemă pe o bază ştiinţifică, astfel încît răspunsul să fie obiectiv şi univoc ?

Să încercăm să lămurim această problemă.

Civilizaţia umană se divide în cultura materială şi cea spirituală. Şi una, şi cealaltă pot evolua. Cultura materială a societăţii este determinată în esenţă de avuţia naţională totală de care dispune aceasta. Astăzi se consideră că ţările dezvoltate din punct de vedere economic sînt acelea în care produsul naţional brut pe locuitor depăşeşte circa 2 000 dolari pe an. Numărul locuitorilor din toate aceste ţări reprezintă aproape o treime din populaţia planetei noastre. În aceste ţări este concentrată în principal activitatea ştiinţifică a oamenilor. Practic, după cum reiese din analiza de mai sus şi cum considera încă Bacon, rolul ştiinţei constă în organizarea muncii omului în aşa fel încît să se asigure o creştere cît mai eficientă a culturii materiale.

În ceea ce priveşte cultura spirituală, deşi ea nu poate fi măsurată cantitativ, totuşi ea este definitorie pentru creşterea evolutivă a omenirii, întrucît ea face din om stăpînul naturii. Cultura materială şi cultura spirituală sînt legate între ele: cultura spirituală imprimă direcţia în care trebuie să crească avuţia statului, astfel încît să asigure nevoile materiale ale societăţii. De aceea cultura materială este de obicei considerată acea bază pe care se dezvoltă, ca suprastructură, cultura spirituală.

Aceasta nu diminuează însă rolul culturii spirituale în dezvoltarea armonioasă a personalităţii, ceea ce constituie factorul principal al progresului istoric al omenirii. Avuţia materială se află în afara omului şi cu timpul este cheltuită şi trebuie reînnoită. Avuţia spirituală, ştiinţa şi arta, se transmite din generaţie în generaţie şi se păstrează, şi de aceea poate evolua de-sine-stătător. Ea nu are vreo limită în creşterea ei. În schimb, există o limită pentru creşterea culturii materiale, care e determinată de caloriile alimentare necesare omului, de garderoba sa, de mărimea spaţiului de locuit etc. Astăzi, în ţările dezvoltate, aceste limite pot fi pe deplin atinse.

Creşterea nelimitată a consumului material devine dăunătoare pentru om şi frînează dezvoltarea sa spirituală (de exemplu, goana după lucruri îl privează pe om de bucurii spirituale şi de o dezvoltare armonioasă, iar alimentaţia exagerată duce la obezitate). De aceea, de obicei oamenii care efectuează o muncă de creaţie intensă nu-şi cheltuiesc timpul pentru a-şi asigura mijloace materiale mari.

Tendinţa spre o creştere a bunurilor materiale ce depăşeşte o anumită limită are drept rezultat că oamenii trebuie să muncească sub o tensiune mai mare decît o suportă în mod normal sistemul lor nervos. Organizarea muncii în condiţiile unei înalte productivităţi cere un comportament în producţie strict reglementat, ceea ce face ca muncitorul să nu aibă libertatea nici de a-şi alege genul de muncă, nici de a-şi organiza programul zilei. Toate acestea au o acţiune deprimantă asupra psihicului omului şi pentru o bunăstare materială ridicată el este obligat să plătească cu fericirea sa spirituală. Acest fenomen are deja loc, lucru confirmat de datele statistice. În unele din ţările cele mai bogate, ca de pildă în S.U.A., R.F.G. şi altele, creşte numărul sinuciderilor. Acesta e, desigur, un simptom că numărul oamenilor nefericiţi creşte. Un alt indicator analog este faptul că în aceste ţări creşte numărul consumatorilor de droguri şi al alcoolicilor. După cum se ştie, rolul fiziologic al narcoticelor constă în aceea că ele protejează temporar psihicul omului faţă de presiunea vieţii înconjurătoare.

În ultimă instanţă, aceasta duce la ideea că, în dezvoltarea sa evolutivă, în progresul său, structura socială a societăţii, pentru a asigura oamenilor o existenţă cît mai fericită, trebuie să controleze atît mărimea, cît şi caracterul produsului naţional brut. Aceasta contrazice în mod radical aprecierea adoptată în aceste ţări pentru nivelul de dezvoltare, care e determinat de bunăstarea materială a populaţiei, pornindu-se numai de la mărimea produsului naţional brut pe locuitor.

Întrucît cultura spirituală asigură oamenilor existența cea mai fericită, în dezvoltarea evolutivă a omenirii ea trebuie să stea la baza aprecierii caracterului progresist al orînduirii sociale a unei țări.

Viața spirituală a omului se compune din trei elemente: viața sa personală, legătura sa cu societatea (în esență — cu oamenii alături de care trăiește și muncește) și activitatea sa de cetățean.

Satisfacerea cerințelor vieții personale are, pentru fiecare om, un caracter individual. Acesta este determinat de aptitudinile naturale ale omului și de acele dorințe pe care i le impune societatea, prin etica și tradițiile sale. Aceste procese pot fi studiate, pe o bază științifică, de către psihologi. Astfel de studii au fost făcute cu cel mai mare succes de către Pavlov și Freud, însă importanța practică a acestor cercetări se limitează la aplicarea lor în psihiatrie. Deocamdată nu dispunem de formulări general admise pentru legitățile obiective după care trebuie să se dezvolte cultura spirituală a omului și a societății. Este însă important și binecunoscut faptul că fericirea spirituală a omului este legată de sentimentul libertății. Omul vrea să-și poată alege liber soțul sau soția, prietenii, ocupația, religia și să trăiască în pace.

În societatea contemporană dezvoltată, pentru atingerea unei înalte culturi materiale este necesară o productivitate a muncii foarte ridicată, care, după cum s-a mai arătat, creează pentru munca și viața omului condiții care limitează libertatea acțiunilor sale.

Aceasta reiese, într-un mod deosebit de pregnant, din exemplul muncii la banda rulantă, în care munca creatoare, de fapt, lipsește În condițiile înaltului grad de organizare pe care îl capătă astăzi viața cotidiană a omului, multe sînt reglementate cu strictețe, iar el însuși este permanent legat prin diverse constrîngeri. Apar greutăți la alegerea profesiunii preferate, sau la schimbarea genului de activitate profesională, de

regulă este strict reglementată ziua de muncă, chiar aspectul hainelor etc.

În sfîrşit, în cadrul statului omul trebuie să respecte legile acestuia, iar în societate — să trăiască conform tradiţiilor ei, ba chiar, în caz de război, să ucidă oameni. După atingerea unei anumite bunăstări în „societatea abundenţei", oamenii, după cum s-a arătat, încep, odată cu creşterea avuţiei, să-şi piardă libertatea, şi chiar astăzi, în astfel de ţări dezvoltate, libertatea omului este foarte limitată. O asemenea societate tinde să organizeze viaţa oamenilor în aşa fel încît, cu toată absenţa libertăţii, ei să nu piardă senzaţia că dispun de ea. Aceasta se obţine prin propagandă, prin abaterea intereselor oamenilor spre sport, sexualitate, spectacole, pentru ca astfel să-i distragă de la realitate. Pe baza unor astfel de principii este organizată societatea în romanul antiutopic al lui A. Huxley „Brave New World" (Minunata lume nouă).

Civilizaţia unui stat se defineşte nu numai prin acele procese sociale şi economice care au loc în graniţele lui, ci şi prin relaţiile internaţionale care influenţează dezvoltarea culturii sale. Despre relaţiile economice am vorbit deja, dar un rol tot atît de important îl au legăturile în domeniul culturii spirituale.

Procesele legate de dezvoltarea civilizaţiei umane sînt studiate de istorie. Din punctul nostru de vedere, istoria (ca descriere a succesiunii empirice a evenimentelor, a proceselor de dezvoltare a unei ţări sau alteia, a unui popor, stat etc.) nu poate fi considerată ştiinţă, în accepţia acestei noţiuni pe care am adoptat-o, deoarece ea nu se ocupă de evidenţierea legităţilor obiective ca atare, ci de manifestarea lor în evenimente unice şi irepetabile. Astfel de procese istorice, cum sînt: instaurarea puterii, contradicţiile de clasă, expansiunea şi altele sînt totdeauna legate şi de activitatea emoţională, nu numai a unui om izolat, ci şi a unor colective întregi. După părerea lui J. Piaget, aceste procese nu se pretează integral unui studiu ştiinţific obiectiv.

Şi totuşi oamenii au posibilitatea de a exercita o influenţă asupra activităţii emoţionale a individului, de a organiza această activitate. Aceasta o face în modul cel mai eficient arta. La toate popoarele şi în toate timpurile arta a jucat un mare rol organizator. Ea s-a dezvoltat şi s-a transmis din generaţie în generaţie şi, ca şi ştiinţa, e o moştenire culturală naţională. Muzica, de exemplu, însoţeşte principalele etape emoţionale din viaţa omului.

O influenţă deosebit de puternică asupra dezvoltării culturii spirituale a societăţii o exercită artele plastice şi literatura. Ele influenţează emoţiile care acţionează asupra instaurării moralei şi eticii atît în relaţiile personale, cît şi în cele sociale ale oamenilor.

Există o anumită asemănare între influenţa ştiinţei şi cea a artei asupra organizării vieţii sociale. După cum s-a arătat mai sus, adevăratele legi ştiinţifice, care reprezintă o generalizare a experienţei, sînt invariabile în timp şi admise pe plan internaţional.

În mod analog şi *arta este o generalizare artistică a proceselor ce au loc în viaţa oamenilor şi a societăţii.* O operă de artă mare şi autentică, care influenţează activ asupra creşterii culturii spirituale, nu poate fi determinată de o oarecare conjunctură politică, şi de aceea devine internaţională şi permanentă în timp. În literatură, operele unor mari scriitori cum sînt Cervantes, Shakespeare, Tolstoi continuă să-şi exercite influenţa asupra omului, în întreaga lume, de-a lungul secolelor. Acelaşi fenomen are loc şi în arta plastică. Vom aminti tablourile şi sculpturile lui Tizian, Michelangelo, Goya, Rembrandt... Sau în muzică — operele lui Beethoven, Mozart, Chopin, Musorgski...

Astfel, influenţa artei asupra creşterii culturii întregii omeniri este cel puţin tot atît de mare ca şi influenţa ştiinţei. Nu întîmplător spunea scriitorul francez Jean Cocteau : „Poezia este necesară, dar de ce — nu ştiu".

Dacă am încerca acum să răspundem la întrebarea pusă de noi la început, care structură socială a statului în dezvoltarea evolutivă a omenirii este înaintată, cred că putem afirma cu deplin temei că această apreciere trebuie făcută în funcţie de calitatea culturii spirituale a ţării respective şi de gradul dezvoltării armonioase a personalităţii. Întrucît procesul evoluţiei omenirii are loc, în timp, în cadrul întrecerii între sisteme sociale diferite, în ultimă instanţă vor supravieţui acele state în care cultura spirituală corespunde cerinţelor dezvoltării evolutive a omenirii, iar omul poate deveni, în cel mai înalt grad, o fiinţă multilateral dezvoltată. Ca urmare, în cursul evoluţiei sociale se va produce un fel de selecţie nu numai între sistemele sociale, ci şi înăuntrul lor, spre beneficiul personalităţilor creatoare, a celor mai multilateral dezvoltate, care corespund cerinţelor dezvoltării progresiste a societăţii.

Viitorul va arăta cum vor ieşi în evidenţă aceste legităţi şi în ce măsură omenirea va fi în stare să dirijeze aceste procese.

BIBLIOGRAFIE

1. *Strahlungs-Emission und- Absorption nach der Quantentheorie. Verhandl.* „Dtsch. Phys. Ges.", 1916, Nr. 18, pp. 318—323.
2. D. Price, *Little Science, Big Science*, New York, 1963.
3. D. Meadows and al., *The Limits to Growth*, New York, 1972; M. Mesarovic, E. Pestel, *Mankind at the Turning Point*, New York, 1974 (vezi şi Mihajle Mesarović, Eduard Pestel, *Omenirea la răspîntie*, Editura politică, Bucureşti, 1975).

CUPRINS

Din partea Editurii politice 5

I

Organizarea muncii ştiinţifice în Institutul pentru problemele fizicii — Raport prezentat la şedinţa lărgită a Prezidiului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1943 9

II

Unitatea dintre ştiinţă şi tehnică — Articol apărut în ziarul „Pravda", 1941 39

Planificarea în ştiinţă — Intervenţie la întrunirea directorilor unităţilor din Moscova ale Academiei de ştiinţe a U.R.S.S., 1943 46

A te afla în frunte în ştiinţă — Referat prezentat la şedinţa activului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1956 53

Cercetările ştiinţifice interdisciplinare — Articol apărut în ziarul „Pravda", 1957 64

Experiment, teorie, practică — Extras din cuvîntarea rostită la şedinţa plenară a Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1962 69

Eficienţă muncii ştiinţifice — Cuvîntare rostită la şedinţa Prezidiului Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1964 78

Însușirea cuceririlor științei și tehnicii — Comunicare rostită la Adunarea generală a Academiei de Științe a U.R.S.S., 1965 83

Centenarul publicației „Jurnal experimentalnoi i teoreticeskoi fiziki" și rolul revistelor în dezvoltarea științei — Raport prezentat la ședința Prezidiului Academiei de Științe a U.R.S.S., 1973 95

Elementele fundamentale ale organizării cercetărilor științifice și modul lor de înfăptuire în U.R.S.S. — Articol publicat în revista „Dedalus" a Academiei americane de Arte și Științe, 1973 109

III

Experiențele de fizică în școală — Extras din cronica asupra expoziției „Micii tehnicieni în sprijinul școlii", 1940 129

Cîteva principii de educare și pregătire în spirit creator a tineretului contemporan — Raport prezentat la Congresul internațional pentru problemele pregătirii profesorilor de fizică din învățămîntul mediu, 1970 . 130

Profesor și student — Cuvîntare rostită la banchetul absolvenților Institutului de fizică tehnică din Moscova, 1963 147

La jubileul Institutului — Cuvîntare rostită la adunarea festivă dedicată semicentenarului Institutului de fizică tehnică „A. F. Joffe", 1968 155

IV

Din amintirile mele despre Rutherford — Comunicare ținută la ședința Societății regale din Londra, 1966 162

Rolul marelui savant în dezvoltarea științei — Referat prezentat la Colocviul internațional consacrat aniversării a 100 de ani de la nașterea lui Rutherford, 1971 188

V

Lomonosov și știința mondială — Cuvîntare ținută la sesiunea Secției de științe fizico-matematice a Academiei de Științe a U.R.S.S., consacrată comemorării a 250 de ani de la nașterea lui M.V. Lomonosov, 1961 198

Activitatea științifică a lui Benjamin Franklin — Expunere la ședința solemnă consacrată aniversării a 250 de ani de la nașterea lui Benjamin Franklin, 1956 224

Fizicianul și militantul social Paul Langevin — Expunere la ședința consacrată împlinirii a 85 de ani de la nașterea lui Paul Langevin, 1957 242

În memoria lui Ivan Petrovici Pavlov — Articol apărut în ziarul „Pravda", 1936 253

Aleksandr Aleksandrovici Fridman — Expunere la sesiunea Secției de științe fizico-matematice a Academiei de Științe a U.R.S.S., consacrată aniversării a 75 de ani de la nașterea lui A. A. Fridman, 1963 . . 256

Lev Davidovici Landau — Articol destinat Culegerii de biografii a membrilor Societății regale din Londra, 1969 258

VI

O misiune a întregii omeniri progresiste (Polemica cu Bertrand Russel) — Articol apărut în revista „Novoe vremea", 1956 269

Filozofia și lupta ideologică — Extras din intervenția rostită la ședința Prezidiului Academiei de Științe a U.R.S.S., 1969 274

Viitorul științei — Cuvîntare ținută la simpozionul internațional cu privire la planificarea cercetării științifice, 1959 278

Problemele științifice globale ale viitorului imediat — Cuvîntare rostită la întîlnirea oamenilor de știință organizată de revista „Voprosî filosofii", 1972 . . 307

Problemele globale și energia — Prelegere ținută la Universitatea din Stockholm, 1976 318

Aspecte științifice și sociale în rezolvarea problemelor globale 336

Influența ideilor științifice contemporane asupra societății 360

Redactor: IULIA GIROVEANU
Tehnoredactor: FLORICA PÂSLARU

Format 24/60×90. Coli editură 19,41. Coli tipar 16.
Bun de tipar 17 iulie 1981. Apărut-iulie 1981.

Comanda nr. 9253/1/236
Întreprinderea poligrafică „13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, București.
Republica Socialistă România

(Continuare de pe ultima pagină a coperții)

T. Kotarbinski: Tratat despre lucrul bine făcut

* * * Revoluția științifică-tehnică și modernizarea forțelor de producție

M. Drăgănescu: Sistem și civilizație

E. Bonnefous: Omul sau natura?

C. I. Gulian: Marxism și structuralism

N. N. Constantinescu: Economia protecției mediului natural

I. T. Frolov: Progresul științei și viitorul omului

H. Marcuse: Scrieri filozofice

N. P. Dubinin: Mișcarea eternă

* * * Problemele păcii și ale războiului în condițiile revoluției științifice și tehnice. Necesitatea istorică a dezarmării

W. Heisenberg: Pași peste granițe

Coordonator **Jan Tinbergen**: Restructurarea ordinii internaționale

C. Lévy-Strauss: Antropologia structurală

* * * Corelația dintre infrastructura, structura și suprastructura societății socialiste din România în condițiile revoluției științifice și tehnice

N. Georgescu-Roegen: Legea entropiei și procesul economic

A. Toynbee: Orașele în mișcare

B. G. Kuznețov: Rațiune și ființare

E. Schrödinger: Ce este viața? • Spirit și materie

B. Commoner: Cercul care se închide (Natura, Omul și Tehnica)

G. Prestipino: Natură și societate

Louis de Broglie: Certitudinile și incertitudinile științei

* * * Procese revoluționare în știință și tehnică și dezvoltarea societății

* * * Știința și contemporaneitatea

* * * Catastrofă sau o nouă societate?

ÎN COLECȚIA „IDEI CONTEMPORANE"
AU APĂRUT:

* * * Știință și sinteză — Colocviu UNESCO
R. Garaudy: Marxismul secolului XX
G. N. Volkov: Sociologia științei
L. Althusser: Citindu-l pe Marx
V. Roman: Revoluția științifică și tehnică. Eseuri
R. Richta și colectiv: Civilizația la răscruce
M. Dufrenne: Pentru om
L. Goldmann: Sociologia literaturii
P. V. Kopnin: Bazele logice ale științei
I. Nikolov: Cibernetica și economia
N. Wiener: Sînt matematician
N. N. Constantinescu: Problema contradicției în economia socialistă
I. Hermann: Kitsch-ul, fenomen al pseudoartei
A. Pelletier, J. J. Goblot: Materialismul istoric și istoria civilizațiilor
A. Toffler: Șocul viitorului
R. Florian: Reflecții asupra filozofiei marxiste
* * * Mutații contemporane în știință și tehnică și implicațiile lor
* * * Știință, filozofie, ideologie
M. Drăgănescu: Muncă și economie
* * * Revoluția științifică-tehnică și progresul
L. Sève: Marxismul și teoria personalității
G. Lukács: Ontologia existenței sociale
* * * Revoluția socialistă și revoluția științifică-tehnică
M. McLuhan: Galaxia Gutenberg
M. Mesarović, E. Pestel: Omenirea la răspîntie
C. Wright Mills: Imaginația sociologică

(Continuare pe contrapagină)

Lei 15

EDITURA POLITICĂ